MP. INSECT. LIBRARY
14 NOV 1946
Em. 270
E&A
No. 4 (pp. 519-67) rec'd 24 July 19
No. 2/3 (pp. 183-5)
Pt 1 pp. 1-182 1941
pt 2-3 pp. 183-5 1941
pt 4 pp 519-67 1942

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
K. ESCHERICH
Dr. med. et phil., Dr. Dr. h. c., o. ö. Professor em. an der Universität München

ACHTUNDZWANZIGSTER BAND

MIT 179 ABBILDUNGEN UND 3 KARTEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
1941 – 1942

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
K. ESCHERICH
Dr. med. et phil., Dr. Dr. h. c., o. ö. Professor em. an der Universität München

ACHTUNDZWANZIGSTER BAND

MIT 179 ABBILDUNGEN UND 3 KARTEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
1941

ALLE RECHTE, AUCH DAS DER ÜBERSETZUNG, VORBEHALTEN · PRINTED IN GERMANY
DRUCK VON HERMANN BEYER & SÖHNE (BEYER & MANN) IN LANGENSALZA

Inhaltsverzeichnis zum Achtundzwanzigsten Band

I. Originalaufsätze

Seite

Ass, M. J., und Funtikow, G. P. (†), Die Besiedlung künstlich geschwächter Bäume durch schädliche Insekten. (Mit 2 Photos und 7 Kurven) 157

Blunck, H., Schadbilder des Engerlings von *Melolontha melolontha* L. an landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen in Schleswig-Holstein. (Mit 23 Abbildungen und einer Tabelle) 439

Braun, Rudolf, Der Überwinterungsfraß der Tannenborkenkäfer. (Mit 15 Abbildungen) 373

Bredenkamp, Josef, Zur Kenntnis der Wirkungsweise der Kontaktgifte mit besonderer Berücksichtigung der Permeabilität der Insektencuticula. (Mit 6 Abbildungen) 519

Fahringer, Dr. Josef, Zur Kenntnis der Parasiten der Nonne (*Lymantria monacha* L.) 335

Frickhinger, H. W., Zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. Karl Escherich 186

Fulmek, L., Die eigentlichen Gefahren der San José-Schildlaus in der Ostmark . 462

Gößwald, Karl, Rassenstudien an der roten Waldameise *Formica rufa* L. auf systematischer, ökologischer, physiologischer und biologischer Grundlage. (Mit 9 Abbildungen) 62

Hase, Albrecht, Beobachtungen an Kolonien von Wachsmotten. (Mit 3 Abbildungen) 477

Hase, Albrecht, Köderungsversuche mit Kleidermotten. (Mit 4 Abbildungen in 12 Einzelbildern) 550

Härdtl, Dr. Heinrich, Die geschichtliche Entwicklung des Seidenbaues im böhmisch-mährischen Raum, insbesondere im Sudetengau 584

Heikertinger, Franz, Welche Einwände werden gegen das Kontinuitätsprinzip in der Nomenklatur erhoben? 229

Hofmann, Christoph, Beiträge zur Bionomie des veilgrauen Kiefernspanners *Semiothisa liturata* Cl. (Mit 8 Abbildungen) 324

Jahn, Else, Über Parthenogenese bei forstschädlichen Otiorrhynchusarten in den während der Eiszeit vergletscherten Gebieten der Ostalpen. (Mit einer Karte) 366

Janisch, Ernst, Über die Bewertung der Mortalitätsfaktoren beim Massenwechsel von Schadinsekten. (Mit 6 Abbildungen) 241

Kangas, Dr. Esko, *Agrilus ater* L., als Espenschädling in Finnland. (Mit 5 Abbildungen) 359

Kemper, H., und Reichmuth, W., Die Taubenzecke als Parasit des Menschen 507

Komárek, Julius, und Breindl, Václav, Das heutige Verhältnis Anopheles-Tier-Mensch in Mitteleuropa 501

Malenotti, Prof. Ettore, Über die entomologischen Wirkungen einiger Mischkulturen. (Mit 3 Abbildungen) 416

Martini, Oberstabsarzt, Aus der Epidemiologie der Schlafkrankheit und Nagana. 488

Müller-Kögler, E., Laboratoriums- und Freilandversuche mit Kiefernspannerraupen und zwei insektentötenden Pilzen. (Mit 14 Abbildungen und 3 Tabellen) 613

Seite

Pfeffer, A., Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Liparthrum* (Col. Ipidae). (Mit 10 Abbildungen) 388

Rietschel, Dozent Dr. habil. P., Über die Zunahme der Gleicherbigkeit durch fortgesetzte Inzucht und Auslese bei der Honigbiene. (Mit 1 Abbildung) . . 571

Schimitschek, E., Karl Escherich zum 18. September 1941 185

Schimitschek, Erwin, Die forstentomologischen Zonen der Türkei. (Mit 2 Karten) 304

Schneider, F., Eientwicklung und Eiresorption in den Ovarien des Puppenparasiten *Brachymeria euploeae* Westw. (Chalcididae). (Mit 8 Abbildungen) . 211

Schwerdtfeger, F., Zur Kenntnis der Kiefernschonungsgespinstblattwespe *Acantholyda erythrocephala* L. (Mit 17 Abbildungen) 125

Schwerdtfeger, F., Über die Ursachen des Massenwechsels der Insekten. (Mit 3 Abbildungen und 3 Tabellen) 254

Szelényi, Dr. G. v., Die Artengruppen *Tetrastichus flavovarius auct.* und *Tetrastichus brevicornis auct.* (Mit 9 Abbildungen). 398

Tolunay, Mithatali, Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung der *Hyponomeuta padellus* L. (Mit 9 Abbildungen und 4 Diagrammen) 422

Ulmann, Eckart, Die regulatorische Bedeutung der Bevölkerungsdichte für das natürliche Gleichgewicht einer Art. Experimentalversuche mit *Culex pipiens autogenicus* Roub. (Mit 17 Abbildungen) 1

Zacher, Dr. Friedrich, Beobachtungen über Kornmotten. (Mit 8 Abbildungen) 466

Zweigelt, Dr. Fritz, Immunität und Gallenproblem 194

II. Referate

Einzelreferate. 180, 646

III. Neue Literatur

Eingesandte Literatur 652

Autorenregister 659

Sachregister 664

Originalaufsätze

(Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten Hamburg, Entomologische Abteilung: Prof. Dr. E. Martini)

Die regulatorische Bedeutung der Bevölkerungsdichte für das natürliche Gleichgewicht einer Art*)

Experimentalversuche mit *Culex pipiens autogenicus* Roub.[1])

Von

Eckart Ulmann

(Mit 17 Abbildungen)

Inhaltsverzeichnis Seite

Einleitung 2
Bevölkerung als Einheit — Das natürliche Gleichgewicht — Verhulst, Pearl über das Wachstum menschlicher Bevölkerungen — Wachstumsgesetze — Das Lebensraumproblem

Das Versuchsobjekt 6

1. Kapitel

Begriffserklärung und einleitende Vorversuche 7
Definitionen — Zweck der Versuche

1. Hunger- und Intoxikationsversuch 8
Absterbeverlauf und Puppenschlüpffolge als beiläufiges Güteabbild einer Eingenerationszucht — Reizphysiologie

2. Übervölkerungsversuch 12
Der Begriff „crowding" — Hunger- und crowding-Larven

3. Larvensterblichkeit, Proterandrie und Geschlechtsverhältnis 13
In welcher Beziehung stehen Verschiebungen des Geschlechtsverhältnisses zur Präimaginalzeit?

Zusammenfassendes über die Vorversuche 15

2. Kapitel

Fragestellung zum Hauptversuch 16
Wie sättigt eine gegebene Startpopulation einen ihr zur Verfügung gestellten Lebensraum unter gegebenen Umweltsbedingungen? — Welches sind die Voraussetzungen für Natürliches Gleichgewicht? — Frage nach den Gleichgewichtregulierenden Faktoren — Der Bevölkerungsbegriff bei verschiedenen Autoren

Technik zum Hauptversuch 18
Ansatz einer Mischpopulation entsprechend einer polyvoltinen Art mit ineinandergreifenden Generationen — Zwei Zuchtmethoden

*) D 25.

[1]) Von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Freiburg i. Br. im Oktober 1937 als Dissertation angenommen.

Seite

A. Beobachtungen 23
1. Der Wachstumsverlauf 23
Gleichgewicht der Imaginalbevölkerungen — Larvalgradationen
2. Die Populationsdichte 25
3. Übervölkerungserscheinungen 27
B. Die Analyse einer Gleichgewichtsbevölkerung als Aufgabe 29
1. Stabiles Gleichgewicht 29
Die logistische Differentialgleichung als Mittel zur Diskussion einer Gleichgewichtslage — Höchstwert und Gleichgewichtswert
2. Gleichgewicht als Spiel von Kräften 30
Die Voraussetzung für Gleichgewicht als Gleichung — Die Populationsdichte als Regulativ — Die dualistische Auffassung, Biotisches Potential und Umweltwiderstand
3. Möglichkeiten einer Auswirkung des Umweltwiderstands 31
Die Martinischen Begriffe — Der Vermehrungsquotient in dimensionierter Form — Eiwert der Imago und Imagowert des Eies
C. Analyse der Gleichgewicht-regulierenden Faktoren 33
1. Die erhöhte Sterblichkeit der Larven 33
als Ausdruck für den geminderten Imagowert des Eies — Differentielle Sterblichkeit — Konkurrenz und Bakteriosen als Ursache bzw. Folgeerscheinung
2. Der geminderte Eiwert der Imago 35
a) Das Geschlechtsverhältnis 35
b) Die Dichteabhängigkeit der Leistungsrate 37
Die Leistung und ihre Abhängigkeit vom Ernährungszustand, ausgedrückt in Größenmaßen der Puppenexuvie
α) Die Ablagebereitschaft 40
β) Die Gelegestärke 43
c) Die Schlüpfbereitschaft des Geleges 45
3. Vergleichsweise Untersuchung der gemessenen Faktoren auf ihre Wirksamkeit das Gleichgewicht zu regulieren 50
Eilarvensterblichkeit und Leistungsrate, beide dichteabhängig, regulieren vornehmlich Eiwert und Imagowert — Der Populationsquerschnitt
Über die Populationsdichte allgemein und eine praktische Fragestellung bei Stechmückenbekämpfungen 53
Zusammenfassung 57
Literaturverzeichnis 58

Einleitung

Der Gedanke, eine wachsende Bevölkerung als Einheit zu betrachten, geht auf Malthus (1798) zurück. Ähnliche Auffassungen und Ideen, die schon bedeutend früher von Empedokles und später von Benjamin Franklin und Hume geäußert worden sind, haben erst durch das statistische Belegmaterial dieses allgemein bekannten Bevölkerungstheoretikers eine sichtbare Stütze erhalten und weit über nur sozial-

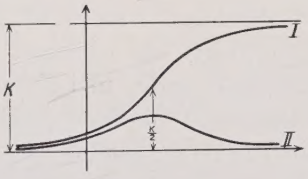
politisch interessierte Kreise hinaus bereite Aufnahme gefunden. In der Folgezeit kam es zur Gründung ganzer Bewegungen wie den „Neu-Malthusianern" oder der „Malthusian League", deren Grundproblem, die „Bevölkerung-Lebensraum"frage, bis in die heutige Zeit aktuell geblieben ist.

Daß dabei eine quantitative Analyse jener Faktoren, die das Wachstumsgeschehen einer menschlichen Bevölkerung in einem Lande beeinflussen, dem Statistiker vorbehalten bleiben mußte, lag von vornherein auf der Hand, denn die kurze Lebensdauer nur eines Beobachters genügte ja nicht, um den Wachstumsverlauf dieser Bevölkerungen auf mehrere Generationen zu verfolgen.

Die Wahrnehmungen im geordneten Forst z. B., aber auch auf dem Acker, führten zu der Überlegung, daß in einem bestimmten Lebensraum, ganz gleich bei welcher Art der Bewirtschaftung, nur eine endliche Höchstzahl von Bewohnern existieren kann und berechtigten zur Frage nach der Art und Weise, wie diese Höchstzahl und in welcher Zeit sie erreicht werden könnte. Die Fragestellung schloß also auch das Bedürfnis nach Prognosemöglichkeiten in sich.

Der Mathematiker Verhulst stellte dann erstmalig im Jahre 1838 ein Gesetz auf, das er das „logistische" nannte, und das in erster Annäherung den Wachstumsverlauf wiedergibt. Es geht von der Annahme aus, daß ein geometrisches Wachstum unmöglich sei und, genannter Überlegung entsprechend, eine obere Wachstumsgrenze auf jeden Fall existieren müßte.

Erst 80 Jahre später und unabhängig davon ließen gleichgerichtete Überlegungen die Amerikaner Pearl und Reed auf dasselbe Gesetz stoßen, das, neugefaßt, als das befriedigendste Wachstumsgesetz unter den überhaupt möglichen Formen (s. Ludwig 1929) angesehen werden kann.



Die „logistische" oder „Verhulst-Pearl"-Kurve für Populationswachstum und ihre allgemeine Anwendbarkeit in der rechnenden Biologie wurde von Gause und Alpatov (1931) ausführlich beschrieben. Die für unsere Zwecke dienlichste Form ist die von Gause (1934) diskutierte Fassung der zur Zuwachskurve (II) gehörenden Gleichung

$$\frac{dN}{dt} = bN\frac{K-N}{K}$$

worin N die Populationsdichte, t die Zeit, b die Wachstumsrate (eine Konstante) und K die Maximalbevölkerung (hier die Gleichgewichtslage) bedeuten.

Erstmalige Versuche das, nur mit Hilfe der Statistik in der menschlichen Bevölkerungslehre erörterte, logistische Gesetz auf Experimentaluntersuchungen erfolgreich zu übertragen und damit auch seine Bedeutung für biologisches Wachstum allgemein zu betonen, verdanken wir ebenfalls Pearl und seinen Mitarbeitern. Von anderer Seite wurde dasselbe Problem mehr theoretisch durch Lotka und Volterra behandelt.

Neueste Experimentalversuche, allerdings mehr schon mit weiterreichenden Problemstellungen verknüpft (Wachstum zweier artfremder Populationen, Wirt-Parasitenproblem) liegen in Arbeiten von Gause vor, der sich vor allem mit Infusorienpopulationen und der Konkurrenzfrage beschäftigte.

Pearl selbst wählte die ihrer kurzer Entwicklungsdauer wegen bevorzugte *Drosophila* zu seinem Versuchsobjekt, stellte also erstmalig Versuche mit einem Metazoon in dieser Richtung an. Er belegt damit die von statistischer Seite aus gewonnene Formulierung des logistischen Wachstumsgesetzes und geht zwei Wege. Einerseits verfolgt er rein deskriptiv das Wachstum der Populationen im Originalversuch seiner „half-pint milk bottles", interessiert sich somit in gleicher Weise wie Verhulst schon für den Wachstumsverlauf, und andrerseits deckt er in Sonderversuchen die Ursachen auf, die für den charakteristischen Verlauf der Wachstumskurve richtunggebend sind. Das ist vor allem der Wechsel der Fruchtbarkeit und der Mortalität in direkter Abhängigkeit von der jeweiligen Populationsdichte.

Damit geht die rein beschreibende Betrachtungsweise der Bevölkerungsstatistiker des letzten Jahrhunderts in eine experimentelle, kausalanalytische über, und es soll auch die Aufgabe vorliegender Arbeit sein, sich den Experimenten Pearls anzuschließen. Abweichend von den Arbeiten dieses Autors aber ist das Bestreben, eine räumliche Trennung zwischen dem Originalversuch und jener Versuchsreihen zu vermeiden, die dazu angetan sind, eben alle wachstumsregulierenden Faktoren zu analysieren. Auf dieser Forderung beruhen die Experimente meines Hauptversuchs, dem erschwerend die Bedingung zugrunde liegt, durch die zur Analyse notwendigen Stichproben das normale Wachstumsgeschehen möglichst nicht zu beeinträchtigen.

Nachdem Pearl als Mathematiker schon die Bedeutung der Populationsdichte als wichtiges Regulativ für das Bevölkerungswachstum herausgestellt hatte, und außerdem von zoologischer Seite aus an den verschiedensten Objekten (beginnend mit den Semperschen Versuchen an Limnäen) der Einfluß der Massenzucht auf das Einzeltier und dessen Leistungen studiert worden war, mußte es naheliegen, beide Betrachtungsweisen zu kombinieren, d. h. also, in einer selbständig wachsenden Bevölkerung artgleicher Individuen die Gründe für diesen oder jenen Wachstumsablauf an Ort und Stelle aufzudecken. Darüber hinaus schien mir aber von noch größerem Interesse, inwiefern die Bevölkerungsdichte im Endstadium des als logistisch charakterisierten Populationswachstums, im sogenannten Populationsgleichgewicht, als Regulativ gelten solle.

Die Untersuchungen des Hauptversuchs werden deshalb von zwei Gesichtspunkten aus geleitet sein. Erstens soll in einem beschreibenden Abschnitt über den Wachstumsverlauf die Anwendbarkeit des logistischen Gesetzes auf das Bevölkerungswachstum eines weiteren Metazoons erneut geprüft werden.

Zweitens wird es die Aufgabe eines physiologisch messenden Teiles sein, aus dieser wachsenden Bevölkerung die wachstumsregulierenden Faktoren herauszufinden. Beide Gesichtspunkte und die damit verbundenen Untersuchungen sind in Anlehnung an zwei Forschungsrichtungen gewählt und bedienen sich auch deren Terminologie.

Die eine, deskriptive Richtung wurde von Ludwig (1929) in seiner vergleichenden Untersuchung über Wachstumsgesetze erschöpfend kommentiert. Die andere, kausalanalytische Richtung verbindet sich mit den Namen Bodenheimer, Bremer, Chapman, Gause, Janisch, Martini, Zwölfer, Smith u. a. und hat sich aus den Bedürfnissen einer allgemeinen Gradationslehre heraus entwickelt. Erstere legte ihre Wachstumsgesetze noch auf empirischem und interpolatorischem Wege fest, letztere versuchte schon zum Teil die auf jene Weise gefundenen Gleichungen, d. h. deren Parameter biologisch zu deuten (Smith).

Besonders umstritten ist auch heute noch die Frage nach der Art jener Faktoren, die beim Bevölkerungswachstum die Wachstumsrate beeinflussen und die im besonderen Fall des Bevölkerungsgleichgewichts, also von jenem Augenblick ab, da die Population in dem ihr zugeordneten Raum keinen Zuwachs mehr aufweist, für dieses Gleichgewicht verantwortlich zu machen sind.

Jene, in ihren Untersuchungen mehr physiographisch eingestellten Autoren, in erster Linie Vertreter der angewandt entomologischen Richtungen, haben anfänglich nicht nur den biotischen Umweltsfaktoren, sondern auch dem Faktor „Nahrung“ wenig oder gar keine Beachtung geschenkt. Ersteren wohl hauptsächlich deshalb nicht, weil sie jenen gradationssteuernde Wirkungen nicht zuschreiben wollten (Bodenheimer 1928), sie außerdem einen effektiven Nahrungsmangel in der freien Natur als unwahrscheinlich betrachteten und es ihnen doch in erster Linie auf eine Erforschung jener Umweltsfaktoren ankam, die für die Massenvermehrung einer Art und deren Zusammenbruch in der Natur den Ausschlag geben.

Wenn auch im allgemeinen die Abhängigkeiten physiologischer Umstimmungen am Einzeltier oder an der Population von Umweltsfaktoren mehr Beachtung gefunden haben, so sind doch jene Fälle, im Organismus selbst bzw. in einer Vielzahl artgleicher Organismen verankerter Abhängigkeiten, die man oft unkritischerweise als „endogene“ abgetan hat, von maßgeblicher Bedeutung. Das haben die, unabhängig von bevölkerungstheoretischen Wachstumsbetrachtungen, vorgenommenen Untersuchungen zum „Lebensraum“-Problem von Semper (1874, 81), Yung (1885), Bilski (1921), Goetsch (1924), Adolph (1931), Rugh (1934) u. a. gezeigt, die gleicherweise wie die Arbeiten von Smirnov und Wiolowitsch (1934), S. und Polejaeff (1934), die Chapmans und seiner Schüler und die Experimente Pearls, nicht nur die Wichtigkeit der Be-

völkerungsdichte unterstrichen haben, sondern auch sehr verwandte Gesetzmäßigkeiten zutage förderten.

Allgemein läßt sich aus allem mit einiger Vorsicht behaupten, daß sämtliche Faktoren, die für Populationswachstum als fördernd in Frage kommen, mit der Populationsdichte negativ korreliert sind, und umgekehrt.

Pearl sagt: „Die Dichte einer Population ist ein Faktor größter Wichtigkeit, der den Verlauf der Wachstumskurve beeinflußt, weil er einen direkten Einfluß auf die fundamentalen physiologischen Prozesse in den Individuen, die diese Bevölkerung zusammensetzen, ausübt. Damit werden in erster Linie der Stoffwechsel verstanden, in zweiter Linie erst Vermehrung, Lebensdauer und Mortalität, die ihrerseits direkt vom Status des Stoffwechsels und dem gesamten physiologischen Tonus des Organismus bestimmt werden."

Der Hauptversuch vorliegender Arbeit soll nun den Nachweis erbringen, welchen Einfluß die Populationsdichte nicht nur auf die Physiologie des Einzeltiers, sondern auch auf das Bevölkerungswachstum ausübt. Vor allem interessiert dies im Stadium der Wachstumsruhe, dem natürlichen Gleichgewicht der Art, als ein der angewandten Zoologie sehr naheliegendes Problem. Während der Hauptversuch schon die Bedeutung der Populationsdichte im geschilderten Zusammenhang quantitativ erfassen möchte, erschien es wünschenswert, den Einfluß des Dichtefaktors auf das speziell gewählte Versuchsobjekt zuerst in drei qualitativen Vorversuchsreihen vorwegnehmend zu prüfen.

Das Versuchsobjekt

Bei der Objektwahl schien eine Beschränkung auf die Insekten und innerhalb dieser auf die Dipteren geraten, weil eine Art mit sehr kurzer Generationendauer für die notwendigerweise sich über mehrere Generationen erstreckenden Versuche benötigt wurde und Vertreter dieser Insektenordnung im allgemeinen leicht zu züchten sind.

Trotzdem war die Wahl sehr speziell. Denn unter Stechmückenarten, die mir zur Verfügung standen, kam nur ein solches Objekt in Frage, bei dem man sich so weit wie irgend möglich von unkontrollierbaren Faktoren in dessen Biologie freimachen konnte. Da nämlich der Saugakt als solcher keineswegs in seiner Abhängigkeit von vielen, besonders physikalischen Umweltsfaktoren erforscht ist, bot sich in der autogenen Rasse der gemeinen Hausmücke *Culex pipiens* L. insofern ein geeignetes Objekt, als diese Mücke ihre Eiablage von einer vorausgehenden Blutmahlzeit unabhängig macht.

Die „Autogenität" — erstmalig von Theobald erkannt und als solche von Roubaud definiert — wurde außerdem beobachtet bei *Culex nigritulus*, *Aëdes scutellaris* (Sen 1917), in einem einzigen Fall bei *Theobaldia subochrea* (Marshall u. Staley 1936) und an *Aëdes concolor* (Woodhill 1936). Doch scheint nur letztere Beobachtung genügend belegt zu sein.

Dazu erübrigt sich, bei der dieser Rasse eigenen „Stenogamie", d. h. der Fähigkeit in kleinen Räumen zu kopulieren, eine Rücksicht auf das Käfigmaß, und schließlich läßt sich eine gesättigte Atmosphäre für diese feuchtigkeitliebende Mücke leichter experimentell erreichen, als wenn das Feuchtigkeitsprädilektum wie bei vielen ihrer Verwandten etwa zwischen 60 und 80 % R. F. liegen würde.

Die Larven sind nicht so empfindlich gegenüber Fäulnisstoffen oder Autoexkretprodukten wie die der Anophelen, was bei leicht faulenden Leberzuchten sehr gelegen kommt. Andere störende und mengenmäßig oft schwer zu erfassende Eigenheiten in der Biologie einer Spezies wie Kannibalismus, ungewöhnliche Eiablagegewohnheiten, Brutpflege usw. kommen bei diesem Objekt nicht in Frage. Die von Roubaud (1931) angeführte „Spanogyny", d. h. ein Aussterben einer Autogenzucht durch allmähliches Nachlassen der Weibchenproduktion, wenn keine Blutmahlzeit eingeschoben wird — also bei fortgesetzt autogener Vermehrung —, konnten wir ebensowenig wie Tate und Vincent (1936) bestätigen.

Zeitweilige Latenzzeiten der Entwicklung, wie sie etwa in der Winterruhe gegeben sind, kennt man bei vielen Culiciden. Roubaud hat für diese Erscheinung das Wort der „Asthenobiose" geschaffen und die betroffenen Arten als „heterodynam" bezeichnet. So etwas wäre bei diesem Typ von Untersuchungen nicht nur unerwünscht, sondern würde die Ausführung wegen unkontrollierbaren „inneren Faktoren" unmöglich machen. Die autogene Rasse von *Culex pipiens* L. aber ist „homodynam".

Es wird also zum Ansatz der Experimente ein genetisch homogenes Versuchsmaterial vorausgesetzt, wobei kritische Einwände zu der Voraussetzung an Hand zukünftiger Untersuchungen durchaus denkbar bleiben.

1. Kapitel

Begriffserklärung und einleitende Vorversuche

Um die Erfahrungen Pearls an *Drosophila*, die die Beziehungen der Bevölkerungsdichte zu den Leistungen einer Imagopopulation unterstreicht, auch für mein Objekt erst zu prüfen, außerdem, in der Absicht eine geeignete Fütterungsmethodik ausfindig zu machen, wurden drei qualitative Vorversuche angesetzt. Daß die in der Folge als „HFJ-Zucht bezeichnete Reihe nicht mit *Culex pipiens autogenicus*, sondern mit *Culex fatigans* Wied. durchgeführt wurde, braucht nicht an einem Vergleich, auch über die Speziesgrenzen hinweg, zu hindern. Vor allem sollte gerade in dieser Versuchsreihe auch die im Hauptversuch verwendete Leberfütterung auf ihre Eignung geprüft werden.

Leberzuchten sind betreffs ihres Sauerstoffhaushalts sehr empfindlich; diesen so vorteilhaft wie möglich zu gestalten, war die Aufgabe dreier verschiedener Zuchtmethoden. Bei den zwei ersten Vorversuchsreihen wurde das Faulen des Kulturwassers durch einen konstanten Luftstrom verhindert, von dessen Zuverlässigkeit das Gelingen der Zucht

geradezu allein abhing. Oder aber man bewahrte eine Leberzucht durch täglichen Wasserwechsel vor zu hoher Intoxikation, wie das beim Hauptversuch geschah (s. unter Technik zum Hauptversuch). Als dritte Möglichkeit wurde die von Weyer (1936) vorgeschlagene Technik, Algen (in der Hauptsache Scenedesmus) als Sauerstofflieferanten zu verwenden, ausprobiert, der nicht ausführbaren quantitativen Kontrolle wegen aber wieder verworfen.

Vorwegzunehmen ist noch die Definition einiger in den folgenden Untersuchungen gebrauchter Begriffe.

Pearl unterscheidet zwischen Fertilität und Fecundität. Erstere gibt die Fruchtbarkeit eines Weibchens im Hinblick auf seine imaginale Nachkommenschaft an, während letztere seine Fruchtbarkeit im Hinblick auf die Eiproduktion festlegt.

Der relative Weibchenanteil $\left(\frac{f}{m+f}\right)$ einer Bevölkerung entspricht dem Begriff älterer Autoren und wird folgend in Prozenten gemessen.

Derjenige Prozentsatz einer Weibchenpopulation (f), der zur Ablage eines Geleges (G) kommt, findet im Ablageprozent $\left(\frac{G}{f}\right)$ seinen Ausdruck.

Die mittlere Eizahl (e) eines Geleges (meist aus einer Tagesklasse errechnet) wird als mittlere oder kurz nur Gelegestärke $\left(\frac{e}{G}\right)$ bezeichnet.

Demzufolge muß das Produkt aus relativem Weibchenanteil, dem Ablageprozent und der Gelegestärke die relative Eizahl einer Population, beispielsweise die einer Tagesklasse von Imagines angeben.

Neu eingeführt sei der Begriff der Leistung und ihrer Maßzahl, der Leistungsrate. Letztere stellt das Produkt aus Ablageprozent und Gelegestärke dar und zeigt den Vermehrungswert einer Klasse Weibchen an (Eiwert des Weibchens nach Martini).

Die Vorversuche sollen nur kurz tabellenmäßig und in schematischen Diagrammen den Einfluß der Populationsdichte auf die Leistung einerseits und die Sterblichkeit der Larven andrerseits in einer *Culex*-Zucht wiedergeben.

1. Hunger- und Intoxikationsversuch (HFJ-Reihe)

Die Versuchsreihe besteht aus vier Einzelzuchten: H = Hungerzucht; F_1 = Fütterung unternormal; F_2 = Fütterung übernormal; J = Intoxikationszucht. Als Ergänzung nach beiden Seiten noch außerdem eine extreme Hunger- und eine extreme Intoxikationszucht (HH und JJ), beide zwar nicht in denselben Zuchtgefäßen, sondern in kleinen Rundschalen ohne Durchlüftung ausgeführt, haben also strenggenommen keinen Vergleichswert. Sie liefern nur grobe Anhaltspunkte für den Absterbeverlauf unter ganz extremen Bedingungen.

Jedes Zuchtgefäß wird mit nur einem Gelege von unbekannter Gelegestärke beschickt. Die wirklichen Ausgangspopulationsdichten ergeben sich erst beim Abschluß durch Addition von toten und geschlüpften Puppen (HH = 154; H = 77; F_1 = 124; F_2 = 82; J = 122; JJ = 147). Während der Gesamtversuchszeit werden keinerlei Eingriffe vorgenommen, lediglich die Puppen herausgefangen und die Toten entfernt. Gefüttert wird täglich und in für die vier Zuchten deutlich unterscheidbaren Quanten. HH erhält überhaupt keine Nahrung, mit dem Erfolg, daß die gesamte Population nicht über das zweite Larvenstadium hinauskommt und die Zweierstadien durchweg außerstande sind, die Eilarvenhaut vom Abdomen abzustreifen.

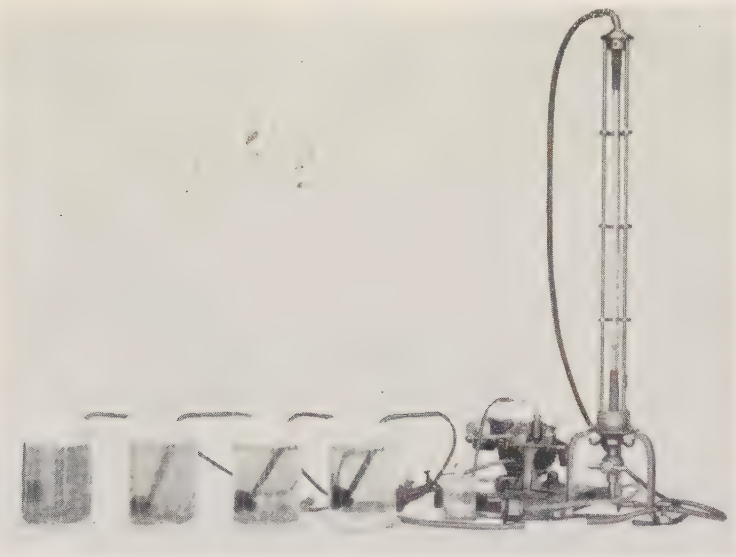


Abb. 1. Hunger- und Intoxikationsversuch. Links, die Zuchtgefäße mit dunklem Intoxikations- und hellem Hungermedium. Rechts, Durchlüftungsmotor und Druckmesser

Futterreste bleiben nur in den beiden Intoxikationszuchten und in F_2 zurück, sättigen also allmählich das Kulturmedium mit Giftstoffen. H und F_1 verbrauchen die täglich gebotene Leber vollständig.

Die Häutungszeiten sind auffallenderweise in allen Zuchten annähernd dieselben, was aber eine ungezwungene Erklärung in dem ziemlich gleichartigen Ernährungszustand, wenigstens der vier mittleren Zuchten, während der ersten Tage findet, d. h. in einer Zeit, wo sich Intoxikationsstoffe durch Restleber — in J und F_2 — noch nicht merklich anreichern.

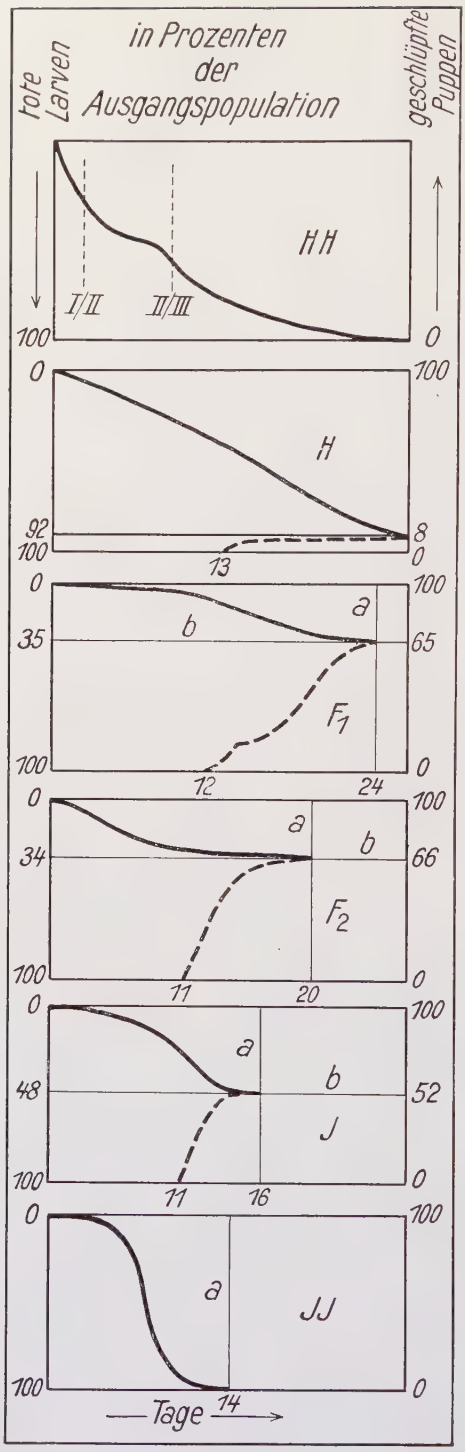
Tabelle 1

Hunger- und Intoxikationsversuch

H und HH sind Hungerzuchten, F_1 und F_2 annähernd Optimalzuchten und J und JJ Intoxikationszuchten

	Tote Larven	Puppen (PP)	♂/♀	Larvenmortalität %	Geschlechtsverhältnis (%)
HH	154	—	—	100	—
H	71	6	(3/2)	92	(60,0/40,0)
F_1	44	80	32/41	35	43,8/56,2
F_2	28	54	20/26	34	43,5/56,5
J	59	63	33/23	48	59,0/41,0
JJ	147	—	—	100	—

(Die Differenz zwischen dritter und vierter Spalte entspricht den während der Puppenruhe gestorbenen Puppen — folgend als „Pg“ registriert)



Mortalitäts- und Puppenkurve aus Abb. 2 sind Summenkurven, denen also allen das bekannte Gaußsche Verteilungsgesetz in integrierter Form zugrunde liegt. Die Art der Abweichung von der symmetrischen Normkurve gibt in den 6 Zuchten ein Bild für die Güte der zugehörigen Kultur ab. Die beiden Bezugslinien a und b sagen alles über die Höhe der Sterblichkeit und den zeitlichen Ablauf der Zucht aus. So ist z. B. deutlich, daß die Entwicklungsdauer in Hungerzuchten etwas verlängert, in Intoxikationszuchten verkürzt ist. Absterbebild und Puppenschlüpffolge können deshalb ganz allgemein als Indikatoren dafür gebraucht werden, ob eine Zucht gut oder schlecht geführt wurde.

Die symptomatischen Unterschiede zwischen Hungertoten und Indoxikationstoten sind immer sehr deutlich und spiegeln eben-

Abb. 2. **Mortalitätskurve —— und Puppenkurve - - - als Ausdruck des Absterbeverlaufs und der Puppenschlüpffolge** (Abszissenwerte = Tage nach dem Schlüpftermin des Geleges). HH Extreme Hungerzucht: Kein Futter. Empfindlichkeit der Häutungsstadien in der Mortalitätskurve deutlich. Keine Puppen. H Hungerzucht: Wenig Futter. Hungertote. Nahezu linearer Verlauf der Mortalitätskurve. PP-Schlüpfen stark verzögert. F_1 Normalzucht mit leichtem Futtermangel: Charakteristisches PP-Schlüpfen mit deutlichem Männchenhügel (Proterandrie). Entspricht etwa den Verhältnissen in der Natur. F_2 Optimale Laborzucht: Intoxikationstote. Geringste Mortalität. Kurze Entwicklungsdauer. J Intoxikationszucht: Mortalität, läßt wie auch in JJ auf das Anwachsen einer schädigenden Mikroflora bzw. -fauna schließen. PP-Schlüpfen ohne große Streuung. JJ Extreme Intoxikationszucht: Deutliche Intoxikationskurve mit sehr kleiner Variationsbreite. Mortalität 100%

falls sehr gut den Ernährungszustand in der Kultur wider. Bei ersteren stets gut erhaltenes Integument, die Segmentierung durch leichte Schrumpfung hervorgehoben; die beiden Tracheenstämme in der Breite stets, in der Länge oft kontrahiert, was innerhalb des Siphos aber immer und ausnahmslos zu beobachten ist.

Bei den Intoxikationstoten Segmentierung undeutlich, weil Abdomen meist leicht aufgetrieben. Integument in Auflösung. Tracheenstämme der Breite nach selten kontrahiert, und wenn, nur ein Teil eines Stammes, in der Länge dagegen nie. Das „Mesenchym" stark granuliert und trübe. (Die Wandzellen des Mitteldarms manchmal in auffallender Weise groß und gut sichtbar, wie in einem gefärbten Präparat.)

Weiterhin geben Differenzen im reizphysiologischen Verhalten ebenfalls Anhaltspunkte für den Ernährungszustand. Phototaxis, die übrigens bei verschiedenen Lichtintensitäten positiv und negativ ausfallen kann, ist bei Culicidenlarven bekannt. Dazu war noch eine Einstellung zum Meniskus, sowohl an der Glaswand als auch rund um das Zuleitungsrohr der Durchlüftungseinrichtung zu beobachten (Kopf und Thorax sind zur Wand gerichtet), was eventuell als Thigmotaxis zu deuten wäre. Diese Reaktion ist eine direkte und kommt nicht etwa infolge bevorzugten Aufenthalts der Mikrofauna, also der Beuteobjekte an diesen Stellen zustande, denn in frisch gereinigten Zuchtgefäßen und ohne Nahrung ist die Reizbeantwortung besonders deutlich.

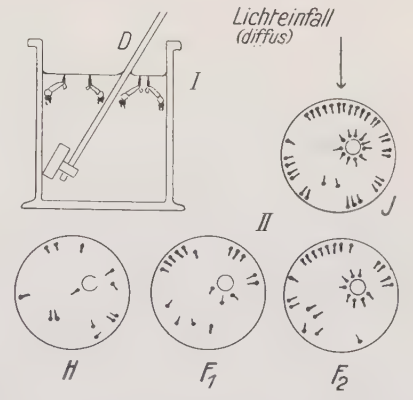


Abb. 3. Photo- und Thigmotaxis von *Culex fatigans* im HFJ-Versuch (schematisch, vgl. Abb. 1 und Tabelle 1). I = Zuchtgefäß mit Larven (Thigmotaxis in Seitenansicht. D = Durchlüfter. II = Die 4 mittleren Zuchten H, F_1. F_2, J von oben gesehen (Photo- und Thigmotaxis)

Auffallend ist nun eine herabgesetzte Reflexbereitschaft in den Hungerzuchten, wohl weniger durch die schwächere Konstitution der Larven bedingt, als durch eine gesteigerte Nervosität mit zunehmendem Hunger. In J bewegt sich nicht eine Larve, in F_2 befindet sich alles an der Oberfläche, in F_1 und H ständige lebhafte Suchbewegungen, was also leicht passive Verteilungsbilder, wie sie in Abb. 3 gegeben sind, zustande kommen läßt.

Diese Beobachtung erhöhter Erregbarkeit mit wahrscheinlich damit verbundener Konkurrenzsteigerung der H-Larven untereinander führt zu dem Schluß, daß sich der Betriebs- und Erhaltungsstoffwechsel auf Kosten des Wachstums vergrößern muß.

2. Übervölkerungsversuch (aut-Reihe)

Fragestellung: Existiert eine Abhängigkeit der Mortalität, des Geschlechtsverhältnisses[1]), des Ablageprozents und der Gelegestärke von der Bevölkerungsdichte?

Zwei gleichgroße Schalen werden mit 5 bzw. 17 autogenen Gelegen (unbekannter Gelegestärke) beschickt. Futterreste und Tote werden herauspipettiert. Die Fütterung geschieht nach Gutdünken, d. h. stets in solchem Maße, daß auf der einen Seite Hunger und auf der andern Seite Intoxikation vermieden wird.

Überraschend stellt sich heraus, daß die mehr als das dreifach dichtere aut_{17}-Zucht nicht nur relativ, sondern absolut weniger Futter konsumiert als die Normalzucht aut_5. Das „crowding", wie die amerikanischen Autoren den schwer ins Deutsche zu übersetzenden Zustand in Übervölkerungszuchten bezeichnen („Gedränge", würde nur der Vorstellung eines physikalischen Erfülltseins eines Lebensraums gerecht werden, d. h. einem Zustand, der auch bei extrem physiologischer Übervölkerung sich durchaus noch nicht einzustellen braucht), bringt ähnliche Symptome in aut_{17} mit sich, wie es in den Hungerzuchten des „HFJ-Versuchs" zu beobachten war.

Alle diese Erscheinungen in aut_{17} zusammengefaßt verstärken den Eindruck, daß es sich bei diesen crowding-Larven um etwas ganz ähnliches wie Hungerlarven handeln muß. Trotz Futterüberschuß also auch hier Hunger. Im Vergleich zum Hungerversuch der HFJ-Reihe müssen wir demnach Hunger auf Grund eines effektiven Nahrungsmangels von einem Hunger unterscheiden, der die notwendige Folge von Übervölkerung und eines gegenseitigen Sich-streitig-machens des Futters ist. Maßgeblich, weil beiden Typen gemeinsam, kann aber nur das Minus an aufgenommener Nahrung sein.

Neben die Weidlingschen Ergebnisse (1928), die mit verknappter Nahrung erzielt wurden, stellen sich, Gleiches aussagend, die Resultate dieses Versuchs. Sie sind der sichtbare Ausdruck eines Stoffausfalls in der Larvalzeit, der sich später in der Leistung der Imagines einer derartigen crowding-Bevölkerung, nämlich in Ablageprozent und Gelegestärke (Tabelle 2) anzeigt.

Deutliche Differenzen zwischen aut_5 und aut_{17} fallen sofort bezüglich der Streuung in der Puppenschlüpffolge auf. Die Normalzucht streut normal und die hier nicht aufgeführte Imagineskurve würde den durch Proterandrie entstehenden „Männchen-Hügel" im Kurvenbild einwandfrei erkennen lassen. Ganz abweichend davon der Schlüpfverlauf in aut_{17}, mit ausgedehnter Variationsbreite, und zwei Schlüpfmaximas der Männchenkurve — eine Erscheinung, die mir allgemein aus Hungerzuchten bekannt ist.

Eine Nachzucht, zur Klärung der Frage, ob „crowding"-Gelege erblich belastet seien oder eventuell eine sogenannte „Nachwirkung" bestände, ergab, wie zu erwarten, eine Verneinung dieser Frage. Gleiche Resultate,

[1]) Das Geschlechtsverhältnis = Zahl der Männchen (♂) zur Zahl der Weibchen (♀) in Prozenten der Gesamtbevölkerung geschlüpfter Imagines.

ebenfalls an Dipteren, erhielt Weidling (1928), der den erblichen Charakter hungerbedingter Anomalien in Körpergröße und Chaetotaxis ebenfalls ablehnt.

Tabelle 2

Ein Mortalitäts- und „Leistungs"vergleich zwischen einer Normalzucht (aut_5) und einer Übervölkerungszucht (aut_{17})

	Tote Larven	PP	♂/♀	Gelege-zahl	Gesamt-eizahl	Mort. %	Geschlechts-verhältnis %	Gelege-stärke	Ablage-prozent
aut_5 . . .	50	203	107/90	48	2190	19,8	54,3/45,7	45,6	53,3
aut_{17} . . .	506	392	233/118	42	1194	50,2	66.4/33,6	28,4	35,6
	(616)[1]					(61.1)[1]			

[1]) Ein Mehrausfall infolge eines Durchlüftungsfehlers (in Klammern die Summe aller Toten).

3. Larvensterblichkeit, Proterandrie und Geschlechtsverhältnis

Aus den beiden vorausgegangenen Nebenversuchen sind Verschiebungen des für *Culex pipiens* normalen Geschlechtsverhältnisses aufgefallen. Bereits Weidling hatte gezeigt, daß in Hungerkulturen seiner Versuche mit Dipteren das männliche Geschlecht zu überwiegen pflegte. Es lag darum nahe, bei Kenntnis der proterandrischen Spaltung der Geschlechter, in der Tatsache, daß die zeitlich nacheinander schlüpfenden Männchen und Weibchen schon in ihrer Präimaginalzeit, unter denselben Umweltsbedingungen, und allein ihres unterschiedlichen Entwicklungsfortschrittes wegen, doch verschieden beeinflußt werden konnten, den Grund für, scheinbar innere, Verschiebungen des normalen Geschlechtsverhältnisses zu suchen. — Ein kleiner Nebenversuch möge dazu einige Erläuterungen abgeben.

IV. Stadien des autogenen *Culex* (Herkunft: aus mehreren, nach Blutnahrung gewonnenen Gelegen) werden auf eine Schale mit reinem Leitungswasser und eine gleichgroße Schale mit dem Kulturmedium der Übervölkerungszucht aut_{17} hälftig (je 50) verteilt. In beiden Zuchten wird nicht gefüttert. Verdunstendes Wasser durch aq. dest. ersetzt. Tabelle 3 gibt Mortalitäts- und PP-Schlüpffolge wieder.

PP[1])-Summen und Mortalitätssummen beider Zuchten entsprechen sich mit annähernd gleichen Werten. Die zeitliche Anordnung der Summanden in beiden Reihen ist aber grundverschieden, ebenso sind die reziproken Geschlechtsverhältnisse auffallend.

Die IV. Stadien befanden sich bei Ansatz des Versuchs mehr oder weniger kurz vor der Verpuppung; der Ernährungszustand aller Individuen war, nach dem Fettkörper zu urteilen, ausgezeichnet. Während in der Kontrollzucht gleich in den ersten Tagen bereits über die Hälfte aller zu erwartenden Puppen schon geschlüpft ist, erscheint das Gros der Intoxikationszucht erst nach 12 Tagen.

[1]) „PP" = Puppenpopulation.

Tabelle 3

Intoxikationszucht		Kontrollzucht	
PP	††	PP	††
1	—	3	—
—	7	2	—
—	7	5	2
—	5	—	—
—	2	—	2
—	2	2	2
1	4	—	—
1	—	—	1
2	—	—	1
3	—	1	3
1	—	2	—
1	—	—	—
2	—	—	—
3	—	—	1
1	1	1	1
1	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	1	1
—	—	—	1
—	1	—	—
—	—	—	—
1	—	—	1
1	—	—	1
—	—	—	4
—	—	—	1
—	1	—	1
1	—	—	—
—	—	—	2
—	—	—	1
—	—	—	1
—	—	—	1
—	—	—	2
$\Sigma = 20$	$\Sigma = 30$	$\Sigma = 17$	$\Sigma = 30\ (+\ 3?)$
Geschlechtsverhältnis			
(3/15) + 2 Pg		(14/2) + 1 Pg	

Die Mortalitätszahlen sprechen ebenfalls für einen anfänglich schädigenden Einfluß des gebrauchten Mediums. Die Kontrolle weist eine völlig gleichmäßige Verteilung der Toten über die gesamte Kulturzeit auf, wie das schon aus den Hungerzuchten des HFJ-Versuchs bekannt ist. Daß sich am Schluß die Todesfälle etwas häufen, liegt daran, daß die Analkiemen infolge einer unvermeidbaren Bakterieninfektion aus der Luft stark

verschleimen und die Lebenszeit der Larven, die sonst völlig gesund sind, dadurch sichtlich verkürzt wird. Dagegen nehmen die Mortalitätszahlen in der Intoxikationszucht in ständiger Folge ab, was wohl auch einer allmählich fortschreitenden Reinigung des Mediums durch die Fraßtätigkeit der übriggebliebenen Larven zuzuschreiben ist.

Von einer Geschlechtsumkehr im Larvenstadium kann nun hier keine Rede sein, zumal in diesem Versuch nur mit IV. Stadien gearbeitet wurde und die Gonaden in diesem Stadium ihre endgültige Differenzierung wohl erfahren haben dürften. Wenn man sich aber in Erinnerung hält, daß bei der ausgesprochenen Proterandrie des *Culex* die Männchen zuerst schlüpfen, also auch die männlichen Puppen als erste sich aus dem letzten Larvenstadium entwickeln und man weiterhin berücksichtigt, wie empfindlich die Mücke gegen Sauerstoffmangel dann ist, wenn sich unter der letzten Larvenhaut die Puppenhaut anlegt, dann wird es begreiflich, daß die hohen Mortalitätszahlen in den ersten Tagen der Intoxikationszucht fast nur Männchen enthalten können, ihr Ausbleiben in der Endsumme folglich nicht mehr verwundern braucht.

Außerdem erfährt die späterschlüpfende Weibchenpopulation wegen der durch die Fraßtätigkeit bedingten Selbstreinigung des Intoxikationsmediums eine Begünstigung.

Ähnlich liegen die Verhältnisse im Kontrollversuch, wo das weibliche Geschlecht durch die Proterandrie eben benachteiligt, in seinem Ernährungszustand der Männchenpopulation nachsteht und infolgedessen verhungern muß.

Dieser einfache Versuch verdient deshalb beachtet zu werden, weil er einen kleinen, klärenden Beitrag zu jenen Mutmaßungen abgibt, die sich in der Literatur jedesmal an beobachtete Verschiebungen des normalen Sexualindex anzuknüpfen pflegen (s. Michal 1931).

Zusammenfassendes über die Vorversuche

Übereinstimmende Ergebnisse eines Hungerversuchs (HFJ-Reihe) und eines Übervölkerungsversuchs (aut-Reihe) erläutern die Bedeutung des „Ernährungszustandes" einer Zucht und seine Abhängigkeit von der Populationsdichte. Die „Ernährung" ist nicht nur durch die Nahrungsdichte — ob letztere nun als Nahrungsmenge je Individuum oder je Raumeinheit definiert wird — allein charakterisiert, sondern wird nur durch die Heranziehung der Populationsdichte voll erfaßt. Das heißt mit anderen Worten, sind absolute Bevölkerungszahl und Raum gegeben (also die Populationsdichte), so vermag eine übermäßige Fütterung nicht den Ernährungszustand auf ein Optimum zu treiben, sofern sich diese gegebene Bevölkerung im „crowding" befindet. Im Gegenteil führt gerade bei Leberzuchten das Übermaß an Futter zur Intoxikation und damit zu einer weiteren wachstumshemmenden Ursache. Es ist also gut möglich, daß in ein und derselben Zucht nebeneinander Hunger und Intoxikation auftreten können.

Man wird zweckmäßig unterscheiden zwischen einem direkt durch Nahrungsverknappung herbeigeführten Hunger und einem indirekt durch „crowding" verursachten, beide kombiniert in solchen Kulturen, wo die auf das Individuum entfallende Futtermenge unteroptimal ist, und außerdem die Zucht übervölkert ist, das an sich schon zu gering dosierte Futter also noch unter „crowding"-Bedingungen erworben werden muß. Dieser Fall liegt aber in aut_{17} nicht vor, weil dort Nahrung stets in hinreichendem Maße zur Verfügung stand.

Abschließend läßt sich aus den Vorversuchsreihen über die Beziehungen zwischen wachstumsfördernden bzw. wachstumshemmenden Faktoren und der Populationsdichte folgendes formulieren:

1. Hunger, gleichgültig wodurch er verursacht ist, und gesteigerte Intoxikation erhöhen die Sterblichkeit im Larvenstadium.

2. Ablageprozent und mittlere Gelegestärke (durchschnittliche Eizahl eines Geleges) sind in Übervölkerungszuchten vermindert.

3. Der Sexualindex nähert sich in optimal geführten Kulturen dem Wert 1 : 1. Abweichungen vom Optimum wirken sich in einer Erhöhung des Männchenanteils aus. In einer Übervölkerungszucht wurde sogar ein Sexualindex von 2 : 1 beobachtet. Das läßt sich aus dem Prozentverhältnis für Zucht aut_{17} in Tabelle 2 (drittletzte Spalte) leicht ersehen.

Verschiebungen des normalen Geschlechtsverhältnisses finden durch Beachtung der larvalen Mortalität, die infolge von Proterandrie und des höheren Stoffbedürfnisses der Weibchen für beide Geschlechter sich ungleich auswirken kann, eine ungezwungene Erklärung.

2. Kapitel

Fragestellung zum Hauptversuch

1. Ist ein experimenteller Beweis des Verhulst-Pearl-Effekts am Populationswachstum der Culicide *Culex pipiens autogenicus* möglich? Mit anderen Worten: Folgt diese Mücke den in der logistischen Kurve sich widerspiegelnden Gesetzmäßigkeiten bei der Neubesiedlung eines gegebenen Nährraumes, der im Bezug auf die Ausgangsbevölkerung noch überoptimal ist?

2. Unter welchen Bedingungen — stellt sich ein Höchstwert der Bevölkerungsdichte ein, — wird dieser Zustand stationär und — das endliche Gleichgewicht garantiert?

Zum Begriff des „Wachstums" einer Bevölkerung als Einheit muß nämlich erläuternd hinzugefügt werden, daß man mathematisch auch das Gleichbleiben als einen Spezialfall des Wachstums auffassen kann. Dieser tritt ein, wenn das Bevölkerungswachstum sich mehr und mehr verlangsamt, d. h. nahe der oberen Wachstumsgrenze einer Population. Dann beobachten wir praktisch Gleichgewicht, kein Wachstum, wohl aber eine Weiterentwicklung!

3. Wie lassen sich die das Wachstumsgeschehen steuernden Faktoren analysieren, und welchen Einfluß übt die Populationsdichte als einzige unabhängig Veränderliche auf diese aus?

Aus dieser Fragestellung ergeben sich, wie in der Einleitung schon angekündigt, zwei Betrachtungsweisen, die eine rein deskriptiv, sich nur um den Wachstumsverlauf bekümmernd, die andere mit dem Bestreben, den Verlauf des Populationswachstums aus der Physiologie des Einzeltiers zu erklären. Wird sich erstere an die von Pearl gegebenen Richtlinien halten, bedient sich letztere der in der angewandten Gradationslehre gebrauchten Termini (Chapman, Martini).

Der Bevölkerungsbegriff selbst ist übrigens bei den Autoren keineswegs eindeutig. Pearl zieht aus einer im Altersaufbau recht verschiedenen Population nur den imaginalen Bevölkerungsanteil zu seinen Wachstumsbetrachtungen heran, wie er auch bei seinen Drosophilaversuchen nur die Imagopopulationen auszählt. Das hat insofern Vereinfachungswert, als er sich damit von der ganzen ontogenetischen Entwicklung des Versuchsobjektes freimacht, sich also ohne Rücksicht auf Jugendstadien und deren relativen Anteil an der Gesamtbevölkerung nur für die imaginale Nachkommenschaft interessiert. Sie ist für ihn „die" Bevölkeruug, die wächst.

Allgemein wird man als „Bevölkerung" natürlich die Summe aller Stadien meinen. Unter diesem Gesichtspunkt ergibt, wie wir sehen werden, unser Material ein anderes Bild als unter dem Pearlschen. Es ist jedenfalls wertvoll, die Kontrolle über die zahlenmäßige und qualitative Entwicklung aller Stadien zu bekommen. Wohl kompliziert das die Sache insofern, als sich die Kurve der Gesamtpopulation aus den Einzelkurven für Ei-, Larven-, Puppen- und Imagobevölkerung zusammensetzt, doch lassen nur solche einen Einblick in die kausalen Verhältnisse des Bevölkerungswachstums zu.

Alle bisher aufgestellten Wachstumsgesetze bezogen sich übrigens gleicherweise nur auf den Wachstumsablauf von Erwachsenenbevölkerungen. Die Vor- und Nachteile solcher Beschränkung sind am besten aus der später zu diskutierenden logistischen Gleichung zu ersehen.

Der Vorschlag, schon die Puppe an Stelle der Imago als Imaginalstadium zu erklären — und das aus technischen Erwägungen heraus — rechtfertigt sich in der Biologie dieser Mücke, die mit der Verpuppung ihre Fraßperiode endgültig abgeschlossen hat. Die Imago läßt sich unmittelbar nach Copula und Eiablage als ein das Wachstumsgeschehen der Population unbeeinflussendes Element praktisch vernachlässigen. Wie wir wissen, vermag die weibliche Mücke ohne Blutmahlzeit nicht ein zweites Gelege zu entwickeln. Der Abgang an alterstoten Mücken ist zahlenmäßig so gering, daß er gegenüber einer Larvenmortalität überhaupt nicht ins Gewicht fallen kann.

Als Voraussetzung zu einem stetigen, von keinen Generationszyklen oder ähnlichen entwicklungsgeschichtlichen Zäsuren unterbrochenen, Wachstumsverlauf, sollte nun eine Ausgangsbevölkerung geschaffen werden, die

in der Verteilung ihrer Entwicklungsstadien den natürlichen Verhältnissen einer polyvoltinen Art mit sich überschneidenden Generationsgrenzen entsprach. Selbstverständlich bei Konstanz aller kontrollierbarer Umweltsbedingungen. Hierzu folgende Versuchstechnik.

Technik zum Hauptversuch

Die physikalischen oder besser abiotischen Komponenten der Umwelt, wie Temperatur und Feuchtigkeit, um die Hauptklimafaktoren zu nennen, sind in den folgenden Versuchen als konstant vorausgesetzt. Dagegen soll der Nahrungsfaktor verändert werden, und zwar nicht durch den Versuchsansteller an Hand mehrerer gestaffelter Versuchsserien, sondern durch das Versuchsobjekt selbst, das, wie gezeigt wird, eine absolut konstant gegebene Futtermenge durch sein Populationswachstum im Bezug auf die diese Population zusammensetzenden Individuen relativ verändert. Der Einfluß dieser Änderung auf die wachsende Bevölkerung einerseits (Mortalität und Leistung) und auf das Einzeltier andrerseits (symptomatische und Größenunterschiede) interessiert.

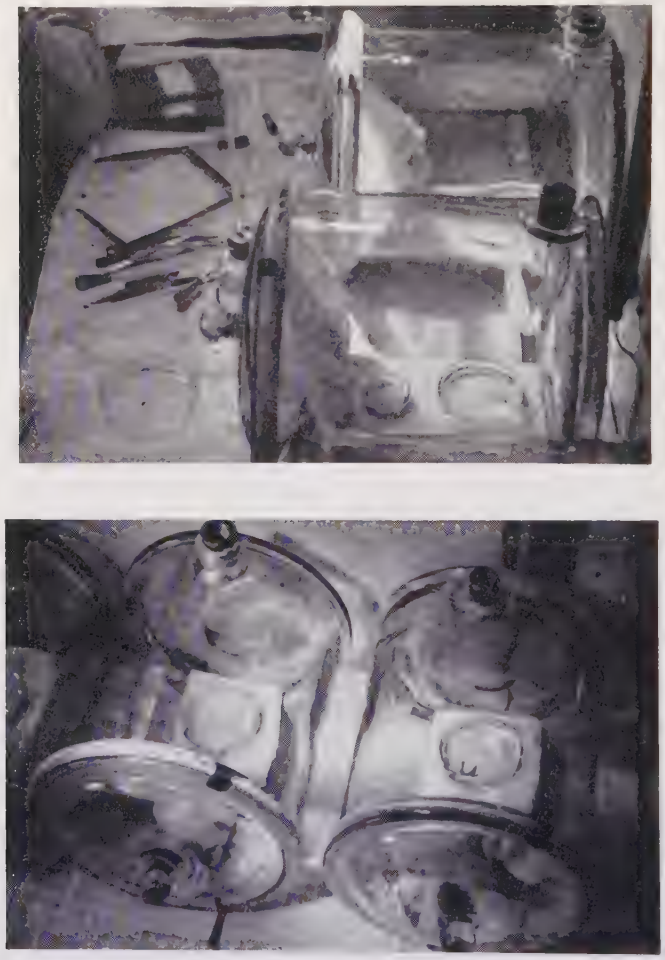


Abb. 4. Die Mückenkäfige. Oben Seitenansicht (links vorn. eine Ablageschale mit einem Gelege). Unten Aufsicht (Näheres im Text)

Die Temperatur — für Imaginal- und Larvalzuchten — betrug durchschnittlich 25° C mit einer wöchentlichen Amplitude im Mittel von $\pm 1{,}9°$. Der Tem-

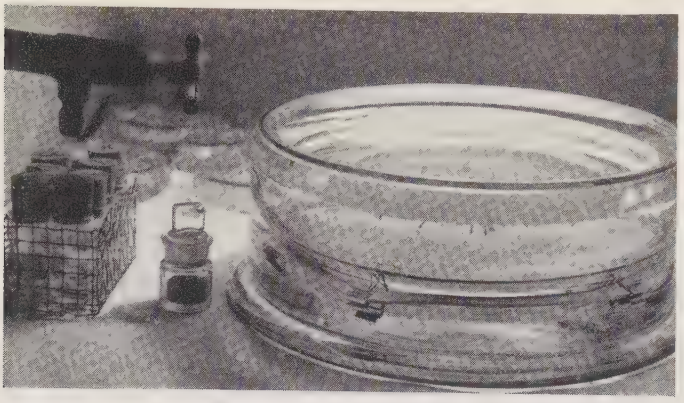


Abb. 5. Dialysatorschale für Larvalzuchten

peraturgang wurde am Thermographen beobachtet und, wenn notwendig, korrigiert.

Das gleiche Bestreben, Temperatur und Feuchtigkeit auf einem dem Optimum der Art genäherten Wert konstant zu halten, mußte noch mit größerer Sorgfalt später bei der Standardisierung des Futtermittels eingehalten werden.

Imaginalzucht: Da bei Insekten mit im Wasser lebenden Präimaginalstadien eine Feuchtigkeitsregulierung nur mit Rücksicht auf die Imago zu erfolgen braucht, und wie schon erwähnt, die einheimischen *Culex*-Arten hohe Feuchtigkeiten bevorzugen (z. B. nasse Wände und Mauern), wurden anstatt der für Mückenzuchten üblichen Tüllkäfige tubulierte große Glasgefäße benutzt, die in Längslage einen eingelegten, mit Filtrierpapier umwickelten Boden enthielten, und deren Öffnung durch einen Tüllärmel mückensicher zu verschließen war. Der Ärmel wurde beim Schließen des Käfigs etwas eingeschlagen und die Öffnung außerdem durch den zugehörigen Glasdeckel mit Hilfe von Stahlkammern luftdicht abgeschlossen. Der einzige Luftaustausch mit der Umgebung erfolgte durch den in Abb. 4 oben sichtbaren Tubus, der seinerseits wieder durch einen durchbohrten und mit Tüll unterlegten Korken mückensicher gemacht wurde.

Eine gleichgroße Schale mit Wasser in allen Parallelzuchten, die gleichzeitig als Ablageschale für die Gelege diente, garantierte eine gleichmäßige Dampfspannung in allen Käfigen. Die relative Feuchtigkeit betrug so 90—100%. Die Gefahr einer Schimmelbildung bei diesen hohen relativen Feuchtigkeitswerten wurde durch zeitweiliges Desinfizieren der inneren Glaswand mit stark verdünntem Formol behoben. Eine kleine Schale mit Zuckerwasserwatte genügte dem Saugbedürfnis der Mücken. Obwohl nicht unbedingt notwendig, verlängern erfahrungsgemäß süße Säfte (die auch durch Äpfel oder Rosinen geboten werden können) die Lebensdauer der Imagines, vor allem der Männchen.

Um Zweifel an einem etwaigen Einfluß des Zuckerwassers auf den Ernährungszustand der Weibchen zu zerstreuen, sei auf die Untersuchungen MacGregors und die von Tate und Vincent gesammelten Erfahrungen verwiesen, die folgendes besagen: Das autogene Gelege eines Weibchens, das vor seiner ersten Eiablage steht, wird durch eine vorausgehende Blutmahlzeit in seiner Größe nicht beeinflußt, dagegen fällt das Gelege einer autogenen Mücke, die bereits abgelegt hatte und der nach dieser Ablage Gelegenheit zum Saugen geboten wurde, größer aus und liegt mit seiner Eizahl zwischen dem rein autogenen und dem stärkeren nichtautogenen Gelege. Wesentlich ist vor allem die Unbeeinflußbarkeit des ersten autogenen Geleges und seine ausschließliche Abhängig-

keit von der Larvalernährung des Muttertieres, — was quantitativ zu erfassen, mit ein Zweck folgender Versuche sein wird.

Larvalzucht: Die Technik der Larvalzucht war an schwierigere Vorbedingungen geknüpft. Da eine unnötige Sterblichkeit durch technische Unvollkommenheiten vermieden werden sollte, eine solche aber bei Larvenzuchten zuerst in der Unzuverlässigkeit der Sauerstoffzufuhr zu suchen ist, außerdem das Risiko eines Durchlüftungsfehlers bei solchen Kulturen zu groß war (siehe aut_{17}), mußte das Kulturwasser in möglichst kurzen Zeitabständen erneuert werden. Es sei dabei vorausgeschickt, daß *Culex* gegenüber Wasserwechsel nicht so empfindlich ist, wie das schon des öfteren für *Anopheles* beschrieben wurde.

Das übliche Umpipettieren der Larven ist bei großen Kulturen zu zeitraubend und außerdem bei Mischpopulationen der Kleinheit der Eilarven wegen kaum durchführbar.

In Parallelversuchen wurden zwei Methoden ausprobiert, die, wenn auch starke Abweichungen voneinander, so doch interessante und aufschlußreiche Unterschiede erbrachten.

1. Dialysatoren, deren unterer Schalenteil auf eine Höhe von 8 cm abgesprengt wurde, sollten in ihrem oberen Einsatzteil mit einem leicht auswechselbaren Siebboden versehen werden. Wie den Forderungen an Festigkeit und Dichte, besonders zwischen Glas und Metall entsprochen wurde, demonstriert am besten Abb. 6. Plastilin, als Abdichtemasse, erwies sich als durchaus unschädlich und überraschte nur durch seine bakterizide Wirkung. Der damit verbundene deutliche Einfluß auf den Stoffumsatz in diesen Kulturen läßt sich leicht aus einem Leistungsvergleich in Abb. 14 ersehen. Es fiel auch von Anfang an auf, daß in den Dialysatorzuchten die Mortalität niedriger war und die Symptome der eingegangenen Larven auf eine geringere Intoxikation als in den anderen Kulturen schließen ließen.

Der Siebboden war eine Sonderanfertigung aus Reinnickelgewebe (60 Maschen je Zoll), eingefaßt mit Nickelblechrand. Dieses Material wurde deshalb gewählt, weil von ihm am wenigsten unter den im Handel erscheinenden Drahtgeweben eine oligodynamische Wirkung zu erwarten war. Der herausnehmbare Einsatz (D. e.) stellt den eigentlichen Zuchtraum dar und entspricht jenem noch zu beschreibender einfacher Flachschalen, um so mehr, als unter dem Siebboden infolge der geringen Maschenweite sich stets eine größere Luftblase festhielt und eine Diffusion gelöster Stoffe in das umgebende Medium des Dialysatorenuntersatzes (des unteren Schalenteils) nicht oder kaum erfolgte. Nur absinkende Leber, die noch fein genug war, passierte das Netz und schlug sich auf dem Boden des Untersatzes nieder. Gerade diese Lebermenge jedoch war den Larven nicht mehr zugänglich und hilft neben der durch das Plastilin geminderten Nahrungsqualität die geringe Leistung dieser Zuchten auch noch quantitativ erklären.

Die Siebeinsätze der Dialysatoren erlauben einen raschen Wasserwechsel ohne Schädigung der Larvenpopulationen, bedürfen aber in der hier geschilderten Form noch einiger kleiner Vervollkommnungen.

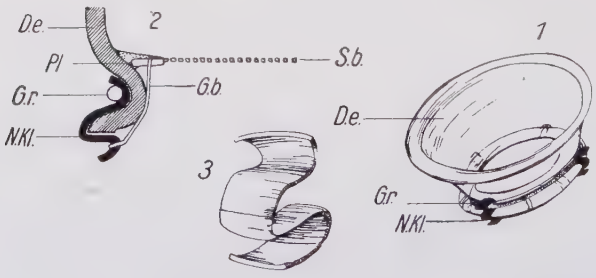


Abb. 6. Befestigung des Siebbodens in den Dialysatoreinsätzen. 1 = Einsatz, 2 = linke untere Hälfte des Einsatzes im Querschnitt, 3 = Nickelklammer (N.Kl.). D.e. = Dial. Einsatz (Glas), S.b. = Siebboden, G.r. = Gummiring, G.b. = Gummiband, Pl. = Plastilin

2. Die Übertragung der Larvenbevölkerung aus den in den Parallelversuchen benutzten flachen Rundschalen ($\Phi = 24$ cm, $h = 7$ cm) in ein neues Medium geschah über ein gewöhnliches rundes Voilesieb, war also bedeutend grober als in den Dialysatorzuchten.

Das Wasser wurde bei beiden Methoden jeden zweiten Tag gewechselt, in den Dialysatoren außerdem der leicht verschlammende Einsatz jeden 8. Tag durch einen neuen, mit gründlich gereinigtem Siebboden ersetzt. Eine genaue Beachtung der Mortalitätszahlen zeigte, daß dieses Intervall als nicht zu lang gewählt war, also gegen Ende nicht mehr Tote als normal registriert wurden.

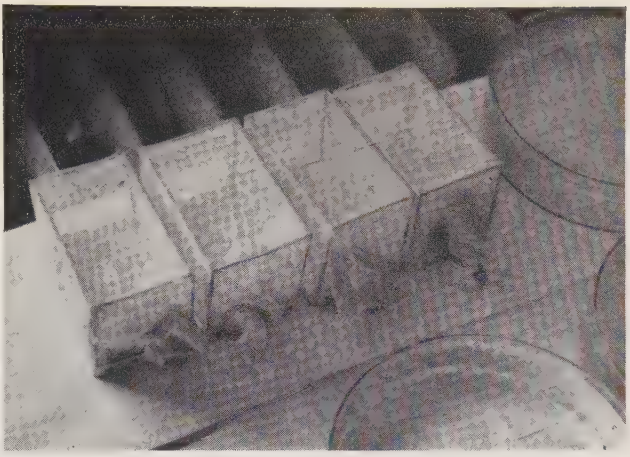


Abb. 7. Schlüpfkäfige (Puppe → Imago)

Das zum Wechseln benutzte Leitungswasser wurde stets durch einen Vorwärmer geleitet und auf diese Weise Temperatursprünge vermieden.

Um eine gleichmäßige Verteilung der Larven auf der Wasseroberfläche zu erreichen, und der durch Phototaxis (siehe HFJ-Versuch) zu erwartenden inhomogenen Verteilung, damit aber auch einer ungleichmäßigen Futterausnützung aus dem Wege zu gehen, mußte eine direkte Bestrahlung aller Kulturen verhindert werden. Den Fenstern des Versuchsraums vorgeschaltete Stoffschirme bewahrten die Schalen vor direkter Sonnenbestrahlung und sorgten stets für eine diffuse Verteilung des Tageslichts.

Zum Schlüpfen der Puppen, die, mit Rücksicht auf ihre 2—3tägige Stadiendauer, und der Tatsache, daß es sich in diesen Fällen um „offene" Kulturen handelte, jeden 2. Tag herausgefangen werden mußten, kamen kleine Schlüpfkäfige (12 × 8 × 7 cm) in Anwendung, die getrennte Schlüpfschalen für männliche und weibliche Puppen enthielten und durch übergelegte feuchte Tücher den schlüpfenden Imagines die nötige Feuchtigkeit hinreichend boten.

Die Wartung der Kulturen nahm folgenden Verlauf:

Täglich: Reinigung des Nährmediums von größeren Leberresten und Toten (Larven und schlüpftote Puppen — letztere noch nicht unter den PP-Zahlen registriert). Über Behandlung der Gelege siehe S. 43.

Zweitägig: Wasserwechsel, Isolierung der Puppen. Übertragen der frischgeschlüpften Mücken aus den Puppenkäfigen in die Glaskäfige.

Achttägig: Einsatzwechsel in den Dialysatorzuchten.

Fütterung: Als leicht zu standardisierendes Futtermittel hatte sich in den Vorversuchsreihen pulverisierte Rinderleber erwiesen. Bei der Bereitung des Präparats wurde erstens auf größte Feinheit und Gleichmäßigkeit, zweitens auf eine niedrig genug gewählte Trockentemperatur Wert gelegt, um die wirksamen Proteine und Fermente nicht zu zerstören. Auf diese Weise war für die Gesamtkulturzeit aus ein und demselben Stück Leber ein Präparat gewonnen, das durch geeignete Aufbewahrung in Gefäßen mit eingeschliffenem Deckel leicht vor Feuchtigkeit zu schützen war.

Leber stellt ein sehr nahrhaftes Futtermittel dar, bedingt aber andererseits eine erhöhte Mortalität. Das haben auch Roubaud und andere als Nachteil gegenüber den aus Pflanzensamen (Linsen, Bohnen) gewonnenen Präparaten erkannt. Diese obligatorische Sterblichkeit soll jedoch in Kauf genommen werden und sei einfach als Ausdruck eines Teils der hemmenden Umweltfaktoren betrachtet.

Gefüttert wurde täglich mit Hilfe eines kleinen Meßlöffels (Inhalt: 8—10 mg), der fortan als Einheit galt. Vier solcher Einheiten auf die Oberfläche des Wassers zerstäubt, erzielten eine gleichmäßige Verteilung der Leber, die außerdem ihrer Feinheit wegen nur langsam absank. Die Larven nahmen das Futter meist schon von der Oberfläche ab und zeigten in ihrer weidenden Stellung das charakteristische Bild einer Spannerraupe.

Ansatz: Das zum Hauptversuch verwandte Zuchtmaterial entstammte der 3. und 4. Filialgeneration einer Heuinfuszucht[1]). Es wurde in Form von rein autogenen, d. h. ohne vorherige Blutmahlzeit gewonnenen Gelegen dieser Kultur entnommen.

Beim Ansatz größerer Bevölkerungskulturen muß immer auf eine möglichst große Homogenität des Ausgangsmaterials Wert gelegt werden. Hierauf hat Chapman (1928) in seinen Triboliumversuchen aufmerksam gemacht. Daß trotzdem einigen Zufälligkeiten, wie z B. der Altersauswahl, nicht aus dem Wege zu gehen ist, muß um so mehr zu einer kritischen Auswertung der Ergebnisse veranlassen. Hier bei *Culex pipiens aut.* war das Hauptaugenmerk auf die Zusammenstellung einer Mischpopulation zu richten. Eine solche nämlich ist beim Ansatz der Zuchten aus mehreren Gründen unumgänglich.

Angenommen, man würde den Versuch mit nur einer Entwicklungsform beginnen, etwa nur mit Gelegen, um beispielsweise die Garantie für eine gleichwertige Geschlechterverteilung zu bekommen, dann müßte ganz zwingend bei Weiterentwicklung dieser Zucht in Zeiten IV. Stadien, das sind die Zeiten absolut wie relativ größter Fraßtätigkeit, deshalb Hunger auftreten, weil ja — nach Voraussetzung — immer die gleiche Nahrungsdichte zur Verfügung stand. Diese Gefahr bestände jedoch auch für Mischpopulationen dann, wenn das Versuchsobjekt stenozyklisch, d. h. genetisch an einen bestimmten Generationsablauf gebunden wäre. Es würde dann eben die zu Beginn angestrebte gleichmäßige Verteilung der verschiedenen Entwicklungsstadien im Laufe der Zeit in diesen Zyklus einordnen und ihren Mischcharakter verlieren. Das konnte aber bei *Culex pipiens aut.* unter natürlichen Verhältnissen nicht beobachtet werden und war von vornherein auch nicht zu erwarten, da diese Art auch über den Winter sich vermehrt und, wie erwähnt, von ihr keinerlei Anzeichen einer Asthenobiose bekannt sind.

Hauptzweck des gemischten Ansatzes war, eine kontinuierliche Linie schlüpfender Puppen zu erhalten und beim Erscheinen des ersten F_1-Geleges noch I. Stadien in der Zucht zu haben. Die so angestrebte Mischpopulation sei als „Startpopulation" bezeichnet.

Aus einer Vorbereitungszucht, die in bestimmten Intervallen mit Gelegen aus oben erwähnter Quelle beschickt wurde und unter gleichen Bedingungen wie die spätere Originalzucht geführt war, wurden die Stadien für die Startpopulation entnommen. Als Eilarven ließen sich solche aus der F_1-Generation eben dieser Vorbereitungszucht bzw. Reservezucht verwenden.

Sämtliche Ausfälle an Toten bis zum Erscheinen des ersten F_1-Geleges der Originalzucht wurden durch Ersatz aus der Reservezucht unter Berücksichtigung des Alters wieder ausgeglichen. Imagines blieben von der Startpopulation ausgeschlossen. Um die dadurch entstehende Lücke der Präovipositionsperiode zu überbrücken, wurden in gleicher Weise,

[1]) Herrn Dr. F. Weyer ist Verfasser für mehrfache Überlassung von Zuchtmaterial und seinen Rat in speziellen Fragen zur Biologie von *Culex pipiens autogenicus* zu besonderem Dank verpflichtet.

wie auch der Ausfall an Toten wieder einen Ausgleich fand, bis zum Erscheinen des ersten F_1-Geleges (das in allen Zuchten etwa auf den 29. April fiel) und von den in der Startpopulation als „Puppen" angesetzten Individuen abgelegt war, jedesmal entsprechend soviel erste Stadien übergeführt wie Puppen in die Schlüpfkäfige isoliert wurden.

Die Startpopulation zählte 168 Tiere und setzte sich folgendermaßen (nach einer der mittleren Entwicklungsdauer der Stadien entsprechenden Anzahl) zusammen: 28 I. + II., 28 III., 42 IV.$_1$, 42 IV.$_2$, 14 IV.$_3$ und 14 PP. Die römischen Zahlen sollen folgend wie auch hier die vier Larvenstadien der Culiciden wiedergeben, die drei Indices bei IV. bezeichnen nur verschiedene Alter dieses Stadiums. Die Geschlechtsauswahl der 14 Startpuppen wurde bewußt auf 10/4, d. h. 10 Männchen zu 4 Weibchen festgelegt, um die Kopulationswahrscheinlichkeit zu erhöhen.

Ein Punkt wurde bei diesem Ansatz nicht beachtet. Von der Annahme ausgehend, ein Culexmännchen sei zu mehreren Copulae befähigt und andererseits eine direkte, positive Beziehung zwischen der Befruchtungswahrscheinlichkeit und dem „Fertilitätsgrad", d. h. dem Prozentsatz „fertiler" Eier eines Geleges, besteht (vgl. auch den Abschnitt über „Die Schlüpfbereitschaft des Geleges", S. 45), so leuchtet ein, daß bei einem Geschlechtsverhältnis von 1 : 1 die Befruchtungschancen für ein Weibchen mit hoherem Alter der Zucht sich verbessern — d. h. innerhalb der durch physiologischen Alterstod beider Geschlechter und männlicher Zeugungskraft gesteckten Grenzen. Derartige Beziehungen, die außerdem qualitativ noch nicht einmal erfaßt worden sind, scheinen aber einer berechnenden Voraussage viel weniger und noch lange nicht zugänglich zu sein.

Der ganze Hauptversuch beschränkt sich auf eine Versuchsreihe, die in vier Parallelzuchten, in die beiden Dialysatorzuchten „x" und „y" und die zwei Rundschalenzuchten „u" und „z" aufgeteilt ist. Streng genommen sind Vergleiche natürlich nur innerhalb derselben Zuchtmethodik möglich. Sonst stehen sämtliche Kulturen unter denselben Außenbedingungen, das Futtermaß ist einheitlich, nur die Populationsdichte jeder Kultur stellt die einzige Variable dar, die ihrerseits von der Zeit abhängt.

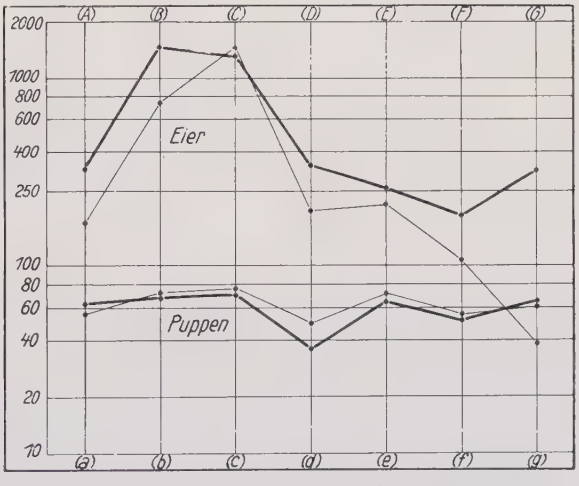


Abb. 8. Eine Gegenüberstellung des Wachstums von Ei- und Puppenbevölkerung ein und derselben Population während sieben 8tägiger Perioden (a—g bzw. A—G). Die sich entsprechenden Parallelzuchten sind arithmetisch gemittelt: x und y = ——, u und z = ——. Wie stark der Unterschied ist, ergibt sich daraus, daß trotz des logarithmischen Maßstabs der Ordinaten die Überhöhung in den Eikurven noch immer sehr stark ist. Die zugehörigen Absolutwerte finden sich in Tabelle 4. (Der von der PP-Konstanz abweichende [d]-Wert wird auf S. 36 erklärt)

A. Beobachtungen

1. Der Wachstumsverlauf

Larvenbevölkerung und Puppenbevölkerung ergeben in ihrem Wachstumsverlauf trotz des engen ontogenetischen Zusammenhangs ihrer Glieder ganz verschiedene Bilder (s. Abb. 8). Das liegt in erster Linie daran, daß eine Larvenpopulation besonders dann, wenn

sie schon als Mischpopulation angesetzt wurde, mit ihren vier Larvenstadien eine mehr komplexe Einheit gegenüber einer Puppenbevölkerung darstellt, und zweitens in ihren Jugendstadien noch nicht der Summe jener begrenzenden und nivellierenden Widerstände der Umwelt ausgesetzt ist, die vor allem die Gesamtheit der IV. Stadien bzw. die aus ihnen hervorgehenden Puppen zu reduzieren vermochte.

Auffallenderweise behält nämlich die Puppenbevölkerung während der ganzen Versuchszeit ihren beim Ansatz der Zucht angestrebten konstanten Charakter bei; das zu einer gewissen Kulturzeit deutliche „crowding" innerhalb der Larvenpopulationen (s. Abb. 9), drückt sich hier also scheinbar in keiner Weise aus. Tabelle 4 bringt in dieser Beziehung einen ersten Vergleich.

Zu Tabelle 4 und allen folgenden Tabellen muß vorausgeschickt werden, daß die Daten, die sich aus den Protokollierungen über ein bestimmtes Entwicklungsstadium ergeben, in sieben 8tägigen Perioden zusammengefaßt sind. Um nun direkte Vergleichsmöglichkeiten zwischen einer Klasse Puppen, den daraus schlüpfenden Imagines und den von diesen wieder produzierten Gelegen etwa zu erhalten, wurden drei sich entsprechende Reihen gebildet, die eben nur durch ganz bestimmte Entwicklungszeiten gegeneinander verschoben sind.

Tabelle 4

Absolute Puppen- und Eizahlen in 8tägigen Zusammenfassungen

Perioden (Schlüpftage)	Abs. PP-Zahlen				Abs. Eizahlen				Perioden (Ablagetage)
	x	y	u	z	x	y	u	z	
(a) 17.—24.	52	60	66	60	153	195	437	237	24.— 1. (A)
(b) 25.— 2.	81	62	65	74	996	495	1527	1456	2.— 9. (B)
(c) 3.—10.	75	78	72	70	1312	1558	1157	1535	10.—17. (C)
(d) 11.—18.	47	53	42	30	164	225	363	324	18.—25. (D)
(e) 19.—26.	71	72	36	93	60	369	187	342	26.— 2. (E)
(f) 27.— 3.	58	52	56	49	10	203	200	178	3.—10. (F)
(g) 4.—10.	77	44	55	70	59	16	252	389	11.—18. (G)

Die Perioden (1)—(7) sind (a)—(g) gegenüber zeitlich um 2 Tage Puppenruhe verschoben, hier in der Tabelle aber auf eine Linie gelegt und ebenso in den zugehörigen Diagrammen. Diese zweite Reihe umfaßt alle jene Ergebnisse und Zählungen, die mit dem Schlüpfakt der Imago in Beziehung stehen (Größenmaße der Puppenhaut, Geschlechtsverhältnis).

Als dritte Reihe (A)—(G) bleibt noch die Zusammenstellung aller Gelegedaten, also jener Zahlen, die, um die Zeit der Präovipositionsperiode, gegenüber denen der zweiten Reihe später registriert werden. (Über die Wahl der Präovipositionsperiode s. S. 41).

Über die gesamte Larvalzeit hinweg, die sich rein überschlägig auf etwa 16 Tage beläuft, können sämtliche Umweltswiderstände ihren hemmenden Einfluß auf das Wachstum voll auswirken, mit dem Resultat, daß gerade nur die dem Kulturraum und seiner Nahrungsdichte entsprechende Individuenzahl zur Verpuppung gewissermaßen zugelassen wird. Diese Zahl, die hier zufällig

der PP-Zahl der Startpopulation gleichkommt, also von vorneherein ihre Konstanz in der Schlüpffolge bewahrt hat, entspricht der „potential number" („p. n.") der amerikanischen Autoren. Die potentielle Höchstzahl der Puppenbevölkerung ist also in diesem Fall spezifisch für den verfügbaren Nährraum. Sie wird konstant bleiben, so lange nicht ein Minimum an Nachschubmaterial, d. i. eine bestimmte prozentuell höhere Eizahl (die eben zur Erhaltung des PP-Verhältnisses: Elterngeneration zu Tochtergeneration = 1 notwendig ist) unterschritten wird. Das wird aber selten der Fall sein, weil meist eine Überproduktion an Eimaterial vorliegt.

Nicht so die „p. n." der Eipopulationen. Sie ist ebenfalls raumspezifisch, was sich in den übereinstimmenden Maximalwerten der vier Zuchten in Tabelle 4 dokumentiert (x = 1312, y = 1558, u = 1527, z = 1535). Aber die „p. n." der Eibevölkerungen besitzt im Gegensatz zu der der Puppen keinen konstanten Charakter.

Die Eizahlen sinken aus noch später zu erörternden Gründen rasch ab, um mit verbesserten Lebensbedingungen erneut anzusteigen. Dieser Anstieg macht sich hier nur in den schnellwüchsigeren und weniger empfindlichen Rundschalenzuchten u und z bemerkbar. Er ist, wie noch gezeigt wird, die Folge größerer Leistungsfähigkeit der Rundschalenzuchten.

2. Die Populationsdichte

Ein direktes Maß für die Populationsdichte in jedem Augenblick der Kulturzeit existiert nicht, da ein Auszählen einer mehrere hundert Larven umfassenden Zucht ohne schädigenden Eingriff nicht möglich ist. Lediglich zwei photographische Aufnahmen, zu verschiedenen Zeitpunkten aufgenommen, vermögen durch Ausnützung der phototaktischen Reizbarkeit der Larven, die am vorderen Schalenrand angesammelten Larvenpopulationen sinnfällig vor Augen zu führen und eine hinlängliche Vorstellung von „crowding" zu geben (Abb. 9a, 9b).

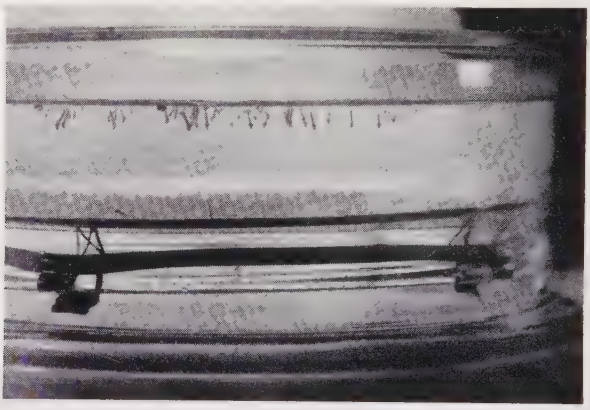
Die Startdichte und jene bei Abschluß der Zuchten waren bekannt. Abgang schlüpfender PP und Zugang von Eilarven wurden ebenso registriert wie der Verlust an älteren Larvenstadien. Nur die Kleinheit der I. Stadien u. a. ließ es nicht zu, die Mortalität in diesem Stadium zahlenmäßig zu erfassen. Dann wäre nämlich eine Dichtebestimmung in der Zucht zu jedem Zeitpunkt wenigstens auf rechnerischem Wege möglich gewesen. So aber geben nur die absoluten Eizahlen einen Hinweis auf die daraus zu erwartenden Larvenpopulationen.

Verschiebt man die Eikurven um $1^1/_2$ Perioden (= 12 Tage), also etwa eine starke halbe Larvalzeit nach rechts (d. i. die Zeit größter Konkurrenz, weil, erstens durch Mortalität noch nicht zu stark reduziert und zweitens, schon verhältnismäßig viel fressend, also etwa im III. Stadium), so fällt auf, daß mit dem Anstieg der „hypothetischen" Larvenkurven ein Abfall in den Eikurven einsetzt.

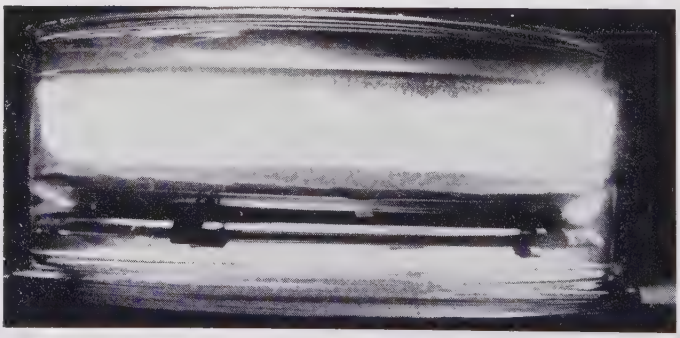
Nur wird natürlich die Gestalt der wirklichen Larvenkurven eine in ihren Absolutmaßen andere sein als diese Projektion es angibt.

Erstens wird, wie noch zu zeigen ist, ein bestimmter Prozentsatz der Eier durch „Sterilität“ und Schlüpfhemmung ausfallen, zweitens die Eilarvensterblichkeit sich stark auswirken. Die Larvenkurven müssen gegenüber den zugehörigen Eikurven deshalb bedeutend gedrückt erscheinen und außerdem, da eine größere Streuung zu erwarten ist (individuelle Variation bei einem fressenden Larvenstadium größer als bei einem ruhenden Eistadium), auch noch zeitlich in die Länge gezogen sein. In Abb. 10, III ist die erwartete Larvenkurve eingezeichnet. Den Wert, den letztere während (G) angibt, entspricht ungefähr dem effektiven Larvenbestand während dieser Zeit, der sich in x auf 442, in y auf 735 Individuen belief (durch Auszählen der Endbevölkerung bei Abbruch der Zuchten ermittelt).

Jedenfalls besagen diese Zahlen, daß die Populationsdichte zu Ende der Versuchszeit noch immer das $2^1/_2$- bis 4fache der Startdichte betrug.



a



b

Abb. 9. Die Populationsdichte. a der Startpopulation beim Heranwachsen der ersten F_1-Larven. b derselben Zucht im „crowding“ bzw. kurz danach

der Einfluß des „crowdings“ also noch nicht verschwunden war (siehe die Leistungskurve Abb. 14).

Aus Untersuchungen an verschiedensten Objekten, die sich mit der Abhängigkeit der Mortalität von der Populationsdichte bei Insekten beschäftigen, weiß man, daß beide Faktoren positiv korreliert sind (Pearl, Schwerdtfeger u. a.). Auf vorliegende Larvalzuchten vom autogenen Culex angewandt, müßte also in Zeiten herrschenden „crowdings“ der Abgang an Toten relativ am intensivsten sein. Das bestätigt aber indirekt schon die Puppenschlüpffolge in Abb. 8, die konstant ist und auf die stattgehabte stärkere Reduktion der Larvendichte während der letzten 4 Perioden hinweist. Die täglich registrierten Mortalitätszahlen (Abb. 10, II) steigen auch erst während der letzten Perioden an, deuten damit in gleicher Weise auf eine größere Larvendichte hin.

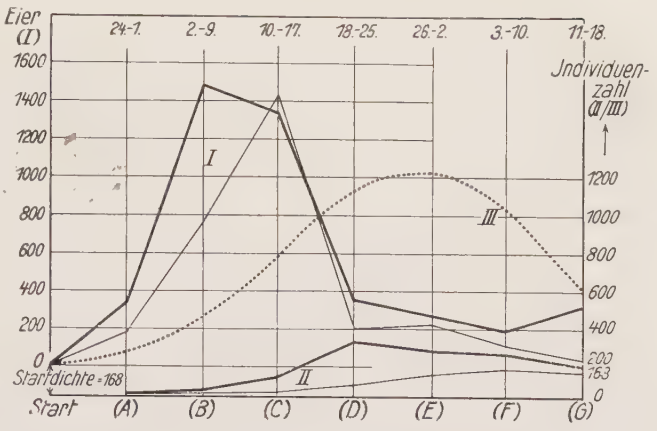


Abb. 10. Die Populationsdichte. I = Eipopulationen, II = Tote Larven (ohne tote Eilarven), III = hypothetische Larvenpopulationen (schemat.) die aus I entstehen. Dialysatorzuchten ——, Rundschalenzuchten ——

3. Übervölkerungserscheinungen

Die Frage nach dem physiologischen Verhalten der Larven unter den verschiedenen Dichtebedingungen liegt nun sehr nahe, um so mehr, als auch schon die Vorversuche Unterschiede besonders in der Reizphysiologie erbracht haben. Phototaxis war voraussetzungsgemäß durch entsprechende Vorsichtsmaßregeln (Stoffschirme) von vornherein ausgeschaltet. Thigmotaxis, wie im HFJ-Versuch erstmalig beschrieben, besteht mit einer stets zu beobachtenden Spezialisierung, die sich auf das Larvenalter bezieht. III. und IV. Stadien stehen auch hier im Meniskus, während Eilarven und II. Stadien mehr diffus auf der Wasseroberfläche verteilt sind.

Wesentlicher treten aber die Unterschiede bezüglich des Verhaltens beim Nahrungserwerb zu verschiedenen Kulturzeiten hervor. Auch hier dieselben Symptome, wie sie schon im Vorversuch „aut_{17}“ aufgefallen sind. Die Suchbewegungen nach Futter sind während der Übervölkerung hastig, die Population macht einen stark reizempfindlichen Eindruck.

Eine Konkurrenz zu „crowding“-Zeiten veranschaulicht eine photographische Aufnahme zweier Larven (Abb. 11), die sich gemeinsam in einem Leberpartikel verbissen haben. Auf diese Weise gehen zwei gesunde

Tiere — die nach einer künstlichen Trennung aus dieser Notlage wieder durchaus lebensfähig sind — meist an Bakteriosen zugrunde.

Da während der Übervölkerung die Beweglichkeit der Larven erhöht ist, läßt sich in Anlehnung an die Pearlschen Erfahrungen mit Drosophilaimagopopulationen sagen, daß durch hohe Populationsdichten der gesamte normale physiologische Rhythmus eines jeden Individuums gestört, dabei insbesonders sein Futterverbrauch herabgesetzt wird und sowohl die Nahrungsspeicherung bzw. der Futterumsatz in Reservestoffe als auch Gewichts- und Größenzuwachs für das Einzeltier sich durch gesteigerte Nervosität und Muskelarbeit unrentabel gestaltet.

Damit verbundene Schwächezustände übertragen sich in Extremfällen sichtbar auf ontogenetisch ältere Stadien, die nicht mehr den „crowding"-Bedingungen unterworfen sind. So wurde in einer Schlüpfschale einmal eine Puppenexuvie konserviert, die noch über der Ruderfinne den Sipho der IV. Larvenhaut trug; eine Häutungsstörung, die selten ist und sicher nicht oft so glücklich verläuft.

Teratologische Deformationen wurden beobachtet bei der Ruderfinne der Puppenhaut. Ähnliches berichtet Michal (1931) von *Tenebrio molitor*. Rammer (1933) spricht von Schalendefekten und verkürzter Spina bei unter „crowding" aufgewachsener *Daphnia pulex*.

Aus den bisherigen Beobachtungen über Wachstumsverlauf, Populationsdichte und Übervölkerungserscheinungen läßt sich jetzt die erste, für den Hauptversuch gestellte, Frage beantworten. Unter der geforderten Voraussetzung, die Puppenbevölkerung gelte als Erwachsenenpopulation, ist mit diesem Versuch ein logistisches Wachstum für die pipiens-Population nicht erwiesen, sondern ein Gleichbleiben.

Die Puppenzahl, die als Ausdruck der Erwachsenenbevölkerung gewählt wurde, betrug zu Beginn der Versuche 14. Als Maximalpopulation stellte sich zufälligerweise die gleiche Menge im Durchschnitt heraus, nämlich 15 Individuen je Registriertag (d. s. $4 \times 15 = 60$ Puppen je Periode). Die Ausgangspopulation war also zu stark gewählt? — Nein, denn die Nachkommenschaft von viel weniger Startindividuen hätte auch noch genügt, um — bei entsprechend schwächerem Rückgang der Dichte im Larvalleben — denselben Puppenertrag abzuwerfen.

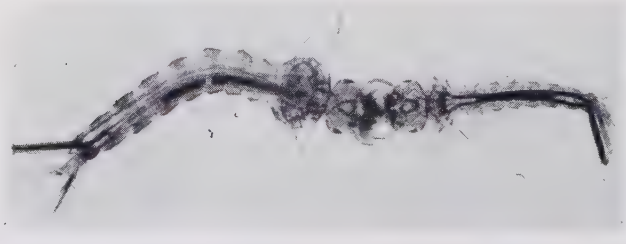


Abb. 11. Konkurrenzlarven gemeinsam in einen Leberpartikel verbissen

Auf diese Weise wird man den Beweis logistischen Wachstums an diesem Objekt also nicht führen können. Einer Erweiterung nach der anderen Seite, bei gleichbleibender Ausgangsdichte den

Nährraum zu vergrößern, würden technische Schwierigkeiten, insbesondere durch die Leberfütterung bedingt (Intoxikation), entgegenstehen.

Und nun das Wesentliche. Nach den Voraussetzungen der logistischen Gleichung hat ein Populations-Wachstum gar nicht stattgefunden. Denn, über die Gesamtversuchszeit hinweg war die Zahl erwachsener Nachkommen immer dieselbe, das Verhältnis von imaginaler Elterngeneration zu Tochtergeneration also konstant 1, dazu — durch geeigneten Ansatz der Ausgangsbevölkerung — nicht stenozyklisch getrennt, sondern die Generationen, bis auf wenige erklärbare Abweichungen, kontinuierlich ineinander übergehend. Die Startpopulation müßte, danach beurteilt, schon unter Gleichgewichtsbedingungen gestanden haben? Dieser Schluß wäre voreilig. Denn woraus erklären sich die Larvalgradationen während den mittleren Perioden?

Weil die Verhulst-Pearl-Gleichung einen Einblick in die kausale Bedingtheit der Alterszusammensetzung einer Bevölkerung verwehrt, sagt auch ein annähernd horizontaler Verlauf ihrer Kurve, Gleichgewicht anzeigend, über Fehlen oder Vorkommen larvaler Gradationen — wie hier bei der Neubesiedlung eines noch nicht gesättigten Nährraums — gar nichts aus.

Es erwächst uns somit die Aufgabe, das „Gleichgewicht" der Imaginalbevölkerung zu analysieren.

B. Die Analyse einer Gleichgewichtsbevölkerung als Aufgabe

1. Stabiles Gleichgewicht

Wir bedienen uns der logistischen Differentialgleichung zur Interpretation der Gleichgewichtslage (s. auch S. 30).

(I) $$\frac{dN}{dt} = bN\frac{K-N}{K}$$

Wesentlich ist, daß der Faktor bN das ungehemmte oder potentielle Wachstum repräsentiert, also jenes, das als exponentiales oder geometrisches Wachstum bekannt ist, und das man unter erschwerenden Umständen schon bei Bakterienpopulationen auf beschränkte Zeit hat verwirklichen können. Wesentlich ist weiter, daß $\frac{K-N}{K}$ den sogenannten „Realisierungsgrad" wiedergibt, oder die relative Zahl der „noch freien Plätze" (Zahl der möglichen Plätze [K] minus Zahl der schon besetzten Plätze [N] $= K-N$), die der Art in einem gegebenen Nährraum noch offen stehen.

Mit stetigem Ansteigen der Populationsdichte N, und je mehr sie sich ihrem Maximalwert K nähert, verlangsamt sich das Wachstum, d. h. $\frac{dN}{dt}$ nähert sich O, und entfällt völlig wenn $N = K$. Jeder N-Wert größer als K ist in der stetigen Entwicklung, nach dem logistischen Prinzip, unerreichbar. Dagegen zeigt uns eine willkürliche Substitution

folgendes: Wählen wir $N > K$, etwa durch einen künstlichen Eingriff in die Kultur, so wird nach der Gleichung $\frac{dN}{dt}$ negativ, und zwar in dem Maße, wie N den Höchstwert K übertrifft. Praktisch sinkt demnach die Dichte sofort exponential auf K zurück.

Das aber entspricht durchaus der Definition des stabilen Gleichgewichts an sich. Ein System, das um ein Weniges aus seiner Gleichgewichtslage herausgebracht — gleichgültig nach welcher Seite — in die Ausgangslange zurückkehrt, heißt stabil. Und der Verlauf der logistischen Kurve stellt dies auch sehr anschaulich dar, daß der Höchstwert K kein Maximum im üblichen Sinne ist, sondern eben eine stabile Gleichgewichtslage bezeichnet.

Davon sprach schon Martini (1921) in Anwendung auf die Malariaendemie, als er die Stabilität einer Durchseuchungslage erläuterte.

2. Gleichgewicht als Spiel von Kräften

Mit der Frage nach den gleichgewichtsbedingenden Kräften begeben wir uns auf ein weitbearbeitetes Gebiet der entomologischen Gradationslehre und allgemein der angewandten Ökologie.

Es leuchtet ein, daß die im Gleichgewicht sich die Waage haltenden Kräfte zwar einander gleich sind, beim Hinausrücken aus dem Gleichgewicht aber die in Richtung auf die Gleichgewichtslage wirkenden Kräfte das Übergewicht gewinnen. Dies zu veranschaulichen hilft uns wieder die logistische Differentialgleichung (I') bzw. eine einfache Ableitung aus ihr:

$$\text{(I'')} \qquad \frac{dN}{dt} = \left(b - \frac{b}{K} N\right) N$$

und der Vereinfachung wegen für $\frac{b}{K} = c$ einführend:

$$\text{(I''')} \qquad \frac{dN}{dt} = (b - cN)\, N \quad \text{(Volterrasche Form)}$$

b ist die Wachstumsrate. Sie charakterisiert die wachstumfördernden Kräfte. Als konstant angenommen, würde sie ohne Gegenspieler zu rein exponentialem Wachstum führen. So wird sie jedoch (definitionsgemäß nach Volterra) durch einen Wert cN gemindert, der seinerseits die wachstumshemmenden Kräfte repräsentiert. Multipliziert man die Klammer aus, so erkennt man: die wachstumsfördernde Kraft wächst geometrisch (bN), während die wachstumshemmende Kraft, dem Quadrat der Dichte folgend, mehr als geometrisch wächst (cN^2), und damit — wie wir im vorausgehenden Abschnitt zeigten — zum hinreichenden Regulativ für stabiles Gleichgewicht wird. Im Gleichgewicht selbst, da $N = K$, ergibt (nach I'') $\frac{b}{K} N = b$. Wachstumsrate und Wachstumswiderstand halten sich die Waage.

Wir leiten auf diese Weise die kinetische Gleichung in eine statische über, schreiben wieder unter Vereinfachung der Konstanten

$$cN = b \quad \text{oder}$$

II) $$\frac{b}{cN} = 1$$

und gelangen so in den Bereich der Arbeiten von Bremer, Chapman, Martini und Zwölfer.

Gleichung (II) findet sich aber auch bei Chapman (1931). Er nennt b das Biotische Potential (B_p) einer Bevölkerung und meint ihr Vermögen, einerseits sich zu vermehren und andrerseits in ihrer Nachkommenschaft möglichst günstig zu überleben. Die solcher Art definierten Vermehrungspotential und Überlebenspotential werden aber durch den Umweltswiderstand (R), das cN unserer Gleichung, so gehemmt, daß sie im Gleichgewicht wirkungsmäßig aufgehoben erscheinen.

Chapman vertritt die dualistische Auffassung in der tierischen Bevölkerungslehre, indem er biologisches Wachstum auf die Wechselwirkung zweier Grundfaktoren, des Biotischen Potentials (b) und des Umweltwiderstands (cN) zurückführt. Analog dem Aufbau der logistischen Gleichung spricht er den fördernden Kräften konstanten Charakter zu und verlegt die Gleichgewichtsregulatoren, die dichteabhängigen, hemmenden Kräfte — die zusammen dem Biotischen Potential entgegenarbeiten und allgemein in Maßeinheiten dieser Artkonstanten, also an ihrer Wirkung, gemessen werden können — in den Umweltwiderstand. Das hat Vereinfachungswert, entspricht jedoch nicht den biologischen Tatsachen.

Jedenfalls, bis zu diesem Punkt unserer Betrachtung war das logistische Gesetz hinreichend, nämlich die Konstanz unserer Imaginalbevölkerungen und die Bedingungen ihrer Stabilität zu erklären. Das wäre somit die Antwort auf die zweite Frage zum Hauptversuch.

3. Möglichkeiten einer Auswirkung des Umweltwiderstands

Bis zur kausalen Bedingtheit der Gleichgewichtslage unserer Puppenbevölkerungen, vor allem aber bis zur Erklärung der gleichzeitig auftretenden Larvalgradationen vorzudringen, bedarf es der Antwort auf die Frage: „Wo greifen die hemmenden Kräfte des Umweltwiderstands an?“ — Sie lautet, entsprechend der Chapmanschen Definition, am Vermehrungspotential und am Überlebenspotential. Einmal ist dies möglich durch vermehrte Kraft nach der — Richtung, das heißt durch Herabsetzung der Überlebenswahrscheinlichkeit der Nachkommen, also Erhöhung der Mortalität, aber auch durch verminderte Kraft nach der + Richtung, d. h. durch Minderung der Vermehrungspotenz. Gerade für das letztere erbrachten die Weidlingschen Untersuchungen und die Ergebnisse meiner qualitativen Vorversuche einen deutlichen Hinweis.

Martini schuf nun als Maßstab für die solcher Art zur Wirkung kommenden Kräfte die sehr klaren Begriffe des Eiwert des Weib-

chens (ω) und des Weibchenwert des Eis (γ) und kommt, wie ohne weiteres zu ersehen ist, zur entsprechenden Voraussetzung für Gleichgewicht

(IV) $$\omega \cdot \gamma = 1$$

Er nennt das $\omega \cdot \gamma$ den Vermehrungsquotienten (weil γ stets ein echter Bruch) bzw. den Vermehrungsfaktor. Gleichzeitig bleibt man mit dieser Formulierung den natürlichen Verhältnissen am nächsten und kann auf die Fiktion eines konstanten Biotischen Potentials verzichten.

Wir erweitern die Martinischen Begriffe zu Eiwert der Imago und Imagowert des Eies und spezifizieren in Anbetracht der in den Vorversuchen gemachten Erfahrungen folgendermaßen:

Eiwert der Imago (E) = relativer Weibchenanteil $\left(\frac{f}{m+f}\right) \times$ Ablageprozent $\left(\frac{G}{f}\right) \times$ Gelegestärke $\left(\frac{e}{G}\right) \times$ Schlüpfprozent $\left(\frac{sch}{e}\right)$

in Tagesklassen oder anderen festzulegenden Registrierperioden gemessen, entsprechend den Definitionen auf S. 8.

Leistungsrate (L) = Ablageprozent $\times$ Gelegestärke, haben wir bereits in den Vorversuchen als sichtbaren Ausdruck der „Leistung" einer Weibchenklasse und allgemein als Güteausweis einer Zucht gewählt. (Eiwert des Weibchens, nach Martini.)

Imagowert des Eies (J) = Verhältnis imaginaler Tochtertiere zur Zahl schlüpffähiger Eier der Elterngeneration $\left(\frac{m+f}{sch}\right)$

Der zu analysierende Vermehrungsquotient (E · J) unseres Versuchsobjekts würde demnach, ausführlich geschrieben und in dimensionierter Form, so aussehen:

$$E \cdot J = \overbrace{\frac{1}{c_1}\left(\frac{f}{m+f}\right) \cdot \overbrace{\frac{1}{c_2}\left(\frac{G}{f}\right) \cdot c_3\left(\frac{e}{G}\right)}^{L} \cdot \left[1 - \frac{1}{c_4}\right]\left(\frac{sch}{e}\right)}^{E} \cdot \underbrace{\left[1 - \frac{1}{c_5}\right]\left(\frac{m+f}{sch}\right)}_{J}$$

$$= \frac{c_3 c_4 - c_3}{c_1 c_2 c_4} \cdot \left[1 - \frac{1}{c_5}\right]$$

c_1 bis c_5: sind positive Zahlen > 1.

$\frac{1}{c_4}$: das in der folgenden Untersuchung registrierte Sterilitätsprozent (relative Zahl steriler, d. h. schlüpfunfähiger Eier), hier als $\left[1 - \frac{1}{c_4}\right]$ den prozentuellen Anteil schlüpffähiger Eier einer Gelegeklasse bezeichnend.

$\frac{1}{c_5}$: die Larvensterblichkeit in Prozenten schlüpffähiger Eier gemessen.

Wie wir sehen werden ist E in allen seinen Faktoren meßbar, J bzw. c_5 dagegen, bei unserer Versuchsanordnung zumindest, nicht.

Der Imagowert des Eies drückt die Fähigkeit der geschlüpften Eilarve aus, während der Larvalzeit zu überleben und müßte folgerichtig auf Grund des Mortalitätsprozents zu erfassen sein. Wie gesagt, scheitert dies an der Technik. Bereits die Eilarvensterblichkeit entzieht sich der Kontrolle, weil die kleinen, schwach chitinisierten Larven nach ihrem Tod entweder in Kürze verjauchen oder von älteren Larvenstadien gefressen werden.

Aber wir können die Wirkung dieses J-Faktors aus der Gesamtwirkung des Vermehrungsquotienten errechnen. Die Imaginallage ist konstant, der Vermehrungsquotient $(E \cdot J) = 1$, der Eiwert der Imago (E) errechenbar, infolgedessen der Imagowert des Eies $(J) = \frac{1}{E}$.

Als Kardinalaufgabe bleibt jetzt noch, jeden einzelnen Faktor des Vermehrungsquotienten auf seine Abhängigkeit von der larvalen Bevölkerungsdichte und seine Eignung als regulierender Gleichgewichtsfaktor zu prüfen.

C. Analyse der Gleichgewicht-regulierenden Faktoren

Das Vorhandensein von crowding hat das Kapitel „Beobachtungen", als erster Teil unserer Untersuchung, erwiesen. Die Möglichkeiten dieses Hemmungsfaktors, Angriffspunkte in der Fortpflanzungsphysiologie von *Culex pip. aut.* zu finden, wurden an Hand einer Spezifikation des Vermehrungsquotienten erörtert.

Die Frage, welche der genannten Faktoren dichteabhängig sind und zur Regulierung des Populationsgleichgewichts ausreichen, machen wir zum Gegenstand dieses physiologisch messenden Teils unserer Arbeit.

1. Die erhöhte Sterblichkeit der Larven

Die absoluten Mortalitätszahlen mit Ausschluß der Eilarvensterblichkeit reduzieren die Eiwerte während des Larvenstadiums um höchstens 10 bis 20%, und das nur im übervölkerten Zustand der Zucht (siehe Abb. 10, II). Daß dieser Wert im Hinblick auf die niederen PP-Zahlen nur geringen Anteil an der Gesamtmortalität haben kann, leuchtet ein und macht gleichzeitig auf die Bedeutung der Eilarvensterblichkeit aufmerksam. Letztere kann nun — schon allein aus ihrer Wirksamkeit heraus beurteilt — mit Bestimmtheit als dichteabhängig bezeichnet werden, denn nur so ist eine Reduktion beliebig großer Zahlen neugeborener Larven im Laufe der Larvalentwicklung auf ein konstantes Puppenniveau möglich gemacht.

Wir haben es demzufolge mit einer differentiellen Sterblichkeit der vier Larvenstadien zu tun. Das Überlebenspotential einer Eilarvenbevölkerung dürfte um ein Beträchtliches hinter dem verpuppungsreifer IV. Stadien zurückstehen. Denn die Dichtebedingungen sind für alle in einer Mischpopulation lebenden Entwicklungsstadien dieselben. Die Konkurrenz für die Eilarve jedoch besteht neben dem Kampf um das Futter,

wie bei den älteren Larvenstadien, eben noch mehr in der Behauptung ihrer Entwicklungschance.

Um die Ursachen der Sterblichkeit aufzudecken, bedarf es einiger symptomatischer Hinweise. Die Mortalität, die sonst auch abiotisch bedingt sein kann, ist in diesen Versuchen organischer Natur und auf Bakteriosen zurückzuführen. Diese Bakteriosen, deren Erreger in Plattenkulturen nicht zu identifizieren war, sind in x, y und z Sekundärerscheinungen, denn sie treten nur bei schon geschwächten Larven auf. Abweichend davon aber liegen die Verhältnisse in u, wo eine deutliche Infektionskrankheit vorherrscht. Sie zeigt sich in einer tiefschwarzen Verfärbung und Knickung des Atemrohrs an, der einzigen krankhaften Veränderung der sonst gesunden Larve (Abb. 12).

Abb. 12. Tote Larve mit geknicktem Sipho

Auch hier verjauchen die Tiere erst im fortgeschrittenen Stadium der Krankheit und meist solche, die sich in einem Futterpartikel verbissen haben. Auf demselben Wege wird dann auch eine Direktübertragung des Krankheitsstoffes ermöglicht und die Mortalität mußte in u während der Krankheitszeit abnorme Formen annehmen (vgl. die geringen PP-Werte während (d) und (e) in Tabelle 4).

Der Überwachung der Mortalität überhaupt, besonders was die qualitative Seite anbelangt, stehen in Wasserzuchten allgemein große Schwierigkeiten entgegen, und es ist an sich gewagt, Behauptungen über die Natur der Abhängigkeiten, die zwischen Mortalität und Larvaldichte bestehen, aufzustellen.

Es fällt nur immer wieder auf, daß schlüpftote Puppen besonders klein sind, und schlüpftote Imagines beim Schlüpfen nicht verjauchen, sondern sichtlich an Schwäche eingehen. Eine Beziehung zur Ernährungslage in der Kultur und über diese hinaus zur Bevölkerungsdichte ist deswegen zu erwarten.

Schlüpftote Puppen, das sind bei der Häutung vom IV. Stadium zur Puppe eingegangene Individuen, sind bei der Larvenmortalität mitregistriert. Puppen, die nach der

Isolierung gestorben sind (Pg), folglich eine Verschiebung der Imagoschlüpfkurve gegenüber der PP-Kurve bedingen, verteilen sich gleichmäßig auf die Gesamtkulturzeit und haben mit ihrer zufälligen Verteilung und als verschwindend geringer Prozentsatz der Gesamtpuppenmasse keinen Einfluß auf den Wachstumsablauf.

Die Ursachen der Sterblichkeit müssen also einerseits in den Konkurrenzverhältnissen gesucht werden, und würden damit in enger Beziehung zur Populationsdichte stehen. Andrerseits kommen Bakteriosen als verantwortlich in Betracht, die als Folgeerscheinung von Konkurrenz an der geschwächten Larve auftreten, oder direkt mortalitätsbestimmend sind.

Das Wesen der Sterblichkeit als Widerstandskomponente und biotisches Regulativ dagegen gewinnt erst, im Zusammenhang mit dem Bevölkerungswachstum betrachtet, an Bedeutung. Allein wesentlich für das vorliegende Wachstumsgeschehen der Population ist jedenfalls die Tatsache, daß die Mortalität sich hier lediglich auf die Erhaltung eines Gleichgewichts innerhalb der Puppenschlüpffolge beschränkt, und das durch entsprechend starke Vernichtung eines zu intensiven Eilarvennachschubs erreicht, daß sie wohl regulierend auf die Imaginaldichte einwirkt, aber naturgemäß keine Erklärung für konstitutionelle Verschiebungen in dieser Imagopopulation zu geben vermag.

2. Der geminderte Eiwert der Imago

a) Das Geschlechtsverhältnis

Der Sexualindex, ein vielbesprochener biotischer Faktor, der als relativer Weibchenanteil in den Begriff des Vermehrungsquotienten mit übernommen ist, hat besondere Beachtung in der Gradationslehre gefunden. Vielbesprochen deshalb, weil neben verstreuten Angaben auch widersprechende über die Bedeutung geschlechtsbestimmender Faktoren in der Literatur sich finden. Nicht zuletzt aus dem Grunde, weil scheinbare und wirkliche Beeinflussungen des Geschlechtsverhältnisses nur sehr schwer und ohne cytologische Untersuchung der Gonaden überhaupt nicht zu analysieren sind. Darüber hat sich Titschak (1936) mit Bezugnahme auf ganz anders geartete Geschlechtsumkehr bei heterogonen *Rotatorien*, *Cladoceren* und *Aphiden* ausgesprochen.

Aus dem dritten Vorversuch vorliegender Arbeit (S. 13) geht hervor, daß die Veränderung des Geschlechtsverhältnisses bei diesem Objekt eine indirekte sein kann, und zwar auf dem Wege der Ausschaltung des einen Geschlechts durch erhöhte Mortalität im Larvenstadium.

Eine ältere Arbeit (Heimann, 1913), die sich mit der Entwicklung der Keimdrüsen bei *Culex pipiens pipiens* L. beschäftigt hat, ergab im histologischen Befund eine geschlechtliche Differenzierung, schon während des II. Larvenstadiums. Damit sind die Resultate aus dem erwähnten Vorversuch gestützt.

Gerade die Tatsache, daß die Mortalität im Larvenstadium eine scheinbare Verschiebung des artkonstanten Geschlechtsverhältnisses nach sich

ziehen kann, fordert eine genaueste Beurteilung der in Tabelle 5 gegebenen Prozentwerte.

Tabelle 5

Das Geschlechtsverhältnis

Die Verschiebungen des normalen Verhältnisses (50/50) % ,während der 7 Zuchtperioden beruhen auf der Proterandrie des autogenen Culex im weiteren Sinne, einschließlich minderen Nahrungsanspruches der Männchen — und sind mit dem Wechsel der Populationsdichte nicht eindeutig korreliert

Perioden (Schlüpftage)	x			y			u			z		
	♂	♀	%	♂	♀	%	♂	♀	%	♂	♀	%
(1) 19.—26.	22	20	52,4/47,6	36	17	67,9/32,1	27	24	53,0/47,0	30	21	58,9/41,1
(2) 27.— 4.	34	51	40,0/60,0	17	45	27,5/72,5	27	43	38,6/61,4	28	44	38,9 61,1
(3) 5.—12.	28	42	40,0/60,0	35	38	48,0/52,0	41	30	57,8/42,2	34	38	47,3/52,7
(4) 13.—20.	26	17	60,5/39,5	35	12	74,5/25,5	20	30	50,0/50,0	18	11	62,1/37,9
(5) 21.—28.	35	29	54,7/45,3	40	32	55,6 44,4	11	21	34,4/65,6	54	40	57,5/42,5
(6) 29.— 5.	42	25	62,7/37,3	17	35	32,7/67,3	35	22	61,5/38,5	20	28	41,7/58,3
(7) 6.—13.	25	43	36,8/63,2	23	19	54,7/45,3	22	29	43,2/56,8	26	41	38,9/61,1
19. 4.—13. 6. Durchschnittswert	48,3/51,7			50,7/49,3			49,2/50,8			48,5/51,5		

Das normale Verhältnis der Geschlechter bei *Culex pip. aut.* ist 1 : 1.

Daß z. B. mit dem Beginn von crowding in der Larvalzucht (Abb. 10, III) gleichzeitig eine Depression in der Weibchenschlüpffolge einsetzt (während Periode (4) Tabelle 5), darf nicht zu dem Schluß verleiten, darin einen ursächlichen Zusammenhang zu vermuten.

Die Ausgangspopulation war bis zum 12. 5. spätestens verpuppt oder abgestorben, also völlig umgesetzt. Die nach diesem Termin erst vereinzelt schlüpfenden Puppen (daher die Depression in der PP-Schlüpffolge s. Abb. 8) gehören bereits der F_1-Generation an und bilden erfahrungsgemäß deren proterandrischen Anfang. Daraus erklärt sich das Überwiegen des männlichen Geschlechts während (4) in Tabelle 5.

Die für die vier Zuchten eindeutig übereinstimmenden Werte eines Männchenüberschusses während (1), eines Weibchenüberschusses während (2) und (3) und genannter Weibchendepression während (4) müssen wir alle dieser ungewollten proterandrischen Spaltung zuschreiben. Das Überwiegen der Männchen in (1) ist uns aus dem bewußt geschlechtsungleichen Puppenansatz der Zucht ohne weiteres erklärlich (s. S. 23). Dagegen können wir hinter den erhöhten Weibchenziffern in den beiden darauffolgenden Perioden als Ursache nur ihre Abkunft aus dem unkontrollierbaren Larvenmaterial bei Beginn der Zuchten vermuten, etwa derart, daß unter der larvalen Startpopulation sich die weiblichen Spätschlüpfer der zur Ansatz verwandten Vorzucht verbargen. Wie dem auch sei, der Anschauung, daß der Sexualindex von der Populationsdichte abhängt —

beispielsweise durch Bevorzugung eines Geschlechtpartners auf Grund selektiver Mortalität in der Larvalzeit —, widerspricht die Wiedereinstellung eines normalen Geschlechtsverhältnisses während der letzten Perioden, deren Werte für die vier Zuchten zwar etwas uneinheitlich sind, im Mittel aber über der 50 %-Linie liegen. Zu dieser Zeit nämlich stand die Larvalbevölkerung noch unter crowding (Abb. 10), wofür der noch zu erbringende Leistungsnachweis weitere Bestätigung bietet.

Ohne Zweifel ist unter den Larven die Sterblichkeit dichteabhängig und andererseits kann, wie der dritte Vorversuch zeigte, die Mortalität geschlechtsauswählend sein, doch besteht keine Veranlassung, ihr unter den gegebenen Verhältnissen eine steuernde Wirkung auf das Geschlechtsverhältnis zuzuschreiben. Wir verweisen auf die in Tabelle 5 gegebenen Durchschnittswerte. Sie zeigen an, daß über die Gesamtversuchszeit hinweg fast überhaupt keine Abweichung vom Normalindex zu verzeichnen war, d. h. pauschal kein Verlust an Weibchen eintrat.

Trotzdem soll ein etwaiges Mitwirken von Dichteabhängigkeit im Sinne der Erfahrungen am Vorversuch aut_{17} nicht in Abrede gestellt sein; denn in den Versuchsperioden (1) — (4) entspräche dies dem allgemeinen Güteverlauf der Zuchten. In den beiden letzten Perioden besteht bei erwähnter Uneinheitlichkeit der Parallelzuchten untereinander aber keine signifikante Beziehung zur Populationsdichte.

Wichtig für die Wertbemessung des relativen Weibchenanteils, als einer der Faktoren unseres Vermehrungsquotienten bzw. Eiwerts, gleichgültig wodurch verursacht, ist das Ausmaß seiner durchschnittlichen Abweichung von der Norm, vor allem im Vergleich mit der Wirksamkeit der anderen Vermehrungsfaktoren! Die maximale Abweichung beträgt für x, u, z: $\pm$ 13,2 %, $\pm$ 15,6 % und $\pm$ 12,1 %, ist demnach ziemlich einheitlich, beziffert sich für y aber etwas höher.

Zusammenfassend läßt sich folgendes herausheben:

Abweichungen von der Normallage des artkonstanten Geschlechtsverhältnisses sind mit der larvalen Populationsdichte nicht eindeutig korreliert. Scheinbare Schwankungen erklären sich aus der Proterandrie des Versuchsobjekts. Sie drücken den relativen Weibchenanteil im Extremfall von $^1/_2$ auf etwa $^1/_3$.

b) Die Dichteabhängigkeit der Leistungsrate

Abb. 10 gab in einer von der Eipopulation abgeleiteten Larvenkurve ein Abbild des Populationsablaufs während der Gesamtversuchszeit. Die in die Voraussetzung der Versuchsanordnung übernommenen Bedingungen, wie Konstanz des Futter- und Bewegungsraums und sämtlicher abiotischer Faktoren fordern nun eine Erklärung für den Wechsel in der Populationsdichte. Die reine Beschreibung des Alternieres von Ei- und Larvenpopulation und das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von „crowding“ sagt noch nichts über den Zusammenhang aus.

Will man also die Gründe nur im Wechsel der Populationsdichte selbst suchen und der Konkurrenz artgleicher Individuen untereinander eine grundlegende und physiologisch tiefgreifende Bedeutung zumesssen, so bietet der Ernährungszustand der Larven, die unter diesen wechselnden Bedingungen gefressen haben, die nächstliegenden Anhaltspunkte (vgl. auch Achundow 1929). Der Idealfall einer direkten Gewichtsanalyse der Puppenbevölkerung war aus schon einmal erwähnten Überlegungen heraus nicht zu verwirklichen, da man bestrebt sein mußte, Störungen durch unnatürliche Eingriffe soweit wie möglich auszuschalten. Deshalb lieferten die fortlaufend konservierten Puppenexuvien in ihrer Größe wenigstens einen Anhaltspunkt für den Ernährungszustand in der Kultur.

Wenn auch die stillschweigende Voraussetzung, daß die Puppengröße und besonders die Länge eines speziellen Organs mit dem Puppengewicht in einer direkten und einfachen Beziehung steht, erst bewiesen werden müßte, so stellt die aus den folgenden Tabellen sich ergebende Übereinstimmung der Leistung in einer Zucht (ausgedrückt in der Leistungsrate) mit diesen aus Größenmessungen gewonnenen Daten eine hinreichende Bestätigung für diese Annahme dar.

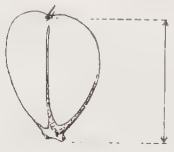


Abb. 13. Die Ruderfinnengröße der Puppenhaut, gemessen vom distal gelegenen Basalring der größeren Borste zum proximalen Chitinwulst

Die in Tabelle 5 errechneten Mittelwerte und ihre zugehörigen mittleren Fehler (die Standardabweichung soll nicht besonders angeführt werden) sind aus durchschnittlich 30—50 Einzelmessungen gewonnen. Gemessen wurde mit einem Mikroprojektionsapparat der Firma W. und H. Seibert, Wetzlar, durch einfaches Auszirkeln des projizierten Bildes (Abb. 13). Die beiden Ruderfinnen waren symmetrisch, die wenigen Ausnahmen wurden nach dem Augenmaß gemittelt.

Die Ruderfinne, bzw. das ganze Abdomen des Exuviums ließ sich leicht als Balsampräparat, Flügel dagegen immer nur als Trockenpräparat verarbeiten.

Die Flügel nämlich, der in den Käfigen normal absterbenden Imagines gaben eine willkommene Kontrolle für die aus der P-hautmessung erhaltenen Daten ab. Obwohl der Absterbeverlauf dabei nicht mit in Rechnung gezogen wurde, war die Übereinstimmung doch so deutlich, daß es sich erübrigt, die aus den Flügelmessungen errechneten Mittelwerte hier auch noch anzuführen.

In Abb. 14 sind die sich entsprechenden Parallelzuchten einer besseren Übersicht wegen wieder zu arithmetischen Mitteln zusammengefaßt und die vier ersten Perioden dabei — ohne besondere Bedeutung — zu nur zwei zusammengelegt (anfänglich größeres Konservierungsintervall).

Die Korrelation dieser Kurven mit den Eikurven in Abb. 8 nun ist eindeutig, d. h. die aus gut ernährten Puppen geschlüpften Weibchen legen absolut mehr Eier. Diese Feststellung genügt an sich nicht, um

den spontanen Wechsel in den Eidichten zu erklären, denn auch eine gleichzeitige Erhöhung der Imaginaldichte hätte zu solchen veränderten Eikurven (wie in Abb. 8) eine Ursache abgeben können. Da aber die Schwankungen in der Weibchenpopulation, in direkter Anlehnung an die Puppenschlüpffolge, in gar keinem Verhältnis zu den weit überhöhten Eiwerten (Tabelle 4) stehen, muß entweder das Ablageprozent oder die Gelegestärke, oder beide zusammen sich geändert haben. Der Leistungswechsel muß somit ein tiefgreifender sein.

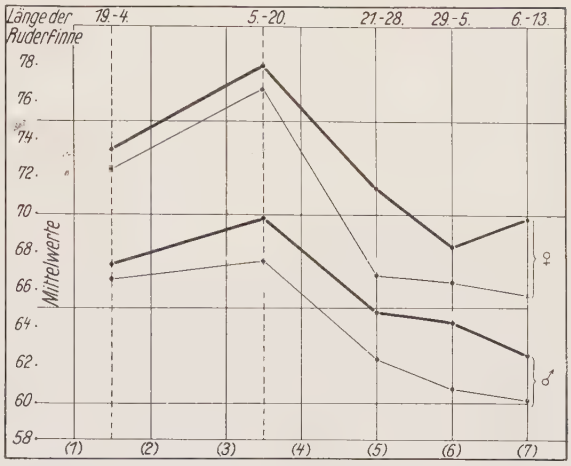


Abb. 14. Die Ruderfinnenlänge des Puppenexuviums als Ausdruck des Ernährungszustands der Larvalzucht. Dialysatorzuchten ——, Rundschalenzuchten ——

Die Puppengröße selbst, als direkter Wertmesser des während der Larvalzeit investierten Futters, gibt dem oft voreingenommenen Auge des Beobachters keine absoluten Anhaltspunkte, die aber „Ablageprozent“ und „Mittlere Gelegestärke“ viel eher zu geben imstande sind.

Tabelle 6

Längenmaße (Relativmaße) der Ruderfinnen von *Culex pip. autogenicus*-Puppen. Ein Leistungsvergleich über 7 achttägige Zuchtperioden in unbeeinflußt wachsenden Populationen

x und y = „Dialysatorzuchten“
u und z = Rundschalenzuchten

	Perioden	(1) + (2)	(3) + (4)	(5)	(6)	(7)
Männchen	x	66.56 ± .42	66,56 ± .71	61,96 ± .51	60,89 ± .36	60,06 ± .49
	y	66,62 ± .49	68,53 ± .45	62,65 ± .36	60,38 ± .62	60,18 ± .58
	u	66,76 ± .60	68,53 ± .50	66,30 ± .76	64,15 ± .41	62,09 ± .55
	z	67,95 ± .50	71,13 ± .54	63,38 ± .41	64,29 ± .76	62,92 ± .48
Weibchen	x	71,88 ± .34	75,74 ± .52	64,98 ± .56	65,17 ± .60	65,96 ± .46
	y	72,92 ± .44	77,62 ± .49	68,68 ± .34	67,53 ± .44	65,32 ± .87
	u	72,96 ± .40	76,38 ± .65	72,60 ± .56	68,75 ± .60	69,71 ± .70
	z	74.01 ± .42	79,58 ± .60	70.27 ± .46	67,94 ± .59	69,81 ± .68

α) Die Ablagebereitschaft

Es ist denkbar, daß, entsprechend dem Ernährungszustand eines Individuums, mit dem Unterschreiten eines Schwellenwerts — der seinerseits durch ein Funktionsminimum etwa charakterisiert ist — ein biologischer Vorgang überhaupt nicht mehr ausgelöst wird; für den speziellen Fall der Ablage also geradezu die Alternative besteht „wird oder wird nicht abgelegt".

Auf der Möglichkeit, den Ernährungszustand einer Population derart zu kennzeichnen, beruht die Schaffung des „Ablageprozent"begriffs. Er mißt den relativen Anteil einer Weibchenbevölkerung, der zur Ablage schreitet. Die geringsten Prozente umfassen demnach besonders leistungsfähige Individuen, das sind jene wenigen Weibchen, die unter schlechtesten Bedingungen gerade noch zur Eiablage befähigt waren.

Es fiel schon Tate und Vincent (1936) auf, daß in ihren Kulturen mit dem autogenen Culex das Gesamtablageprozent 60,1 % und das maximale Ablageprozent während einer Generation 85,9 % nie überstieg, und es scheint mir wahrscheinlich zu sein, daß selbst unter optimalen Zuchtbedingungen die Ablage sämtlicher Weibchen einer Population nicht erwartet werden kann.

Eine Beeinflußbarkeit des Ablageprozents besteht also, und daß dieser Einfluß sich bei unserm Objekt direkt aus der Larvalzucht herleitet und nicht etwa seinen Ursprung in der Imagozucht selbst hat, erweist sich aus einer graphischen Gegenüberstellung von Ablageprozent und P-hautmaßen. Die trotzdem mitbestehende Möglichkeit einer Beziehung zwischen der Ablage und der Imagodichte müßten zusätzliche Versuche erst widerlegen. Jedoch entkräftet bis zu einem gewissen Grade schon die stenogame Eigenschaft des autogenen Culex diese Annahme.

Versuche von Pearl (1932) an Drosophila melanogaster erbrachten bei täglich alternierenden Populationsdichten ein und desselben Weibchenmaterials Spontaneffekte in bezug auf die Fecundität. Seine statistische Definition der „Eizahl pro Weibchentag" gibt leider keinen Aufschluß darüber, ob ein Wechsel im Ablageprozent oder in der Gelegestärke statthatte; wahrscheinlich lag ein doppelter Einfluß zugrunde. Sicher ist jedoch eine Ablagehemmung, und während der künstlichen „crowding"-Periode (je 24 Stunden) wäre mit Bestimmtheit ein Nachweis ablagebereiter, aber an der Ablage verhinderter Weibchen zu führen gewesen.

Aus den Pearlschen Versuchen zu schließen, dürften unter „crowding" lebende Weibchen auch hier wohl an der Ablage ihrer Gelege gehemmt sein, eine Sektion müßte jedoch den Nachweis vorhandener, aber zurückgehaltener Eier noch erbringen. In dieser Richtung unternommene Untersuchungen ergeben aber immer denselben Befund, der in Übereinstimmung mit den Beobachtungen von Christophers (1932) an Anopheles steht: Nur in vereinzelten Fällen enthält ein weibliches Abdomen noch nicht abgelegte schon chitinisierte oder zumindest weiterentwickelte Eier.

Dort wie hier handelt es sich bei diesen Resteiern um wohlausgebildete, chitinisierte Eier, die einem Weibchen gehören, das bereits abgelegt hat.

Das Ablageprozent ist aber nicht definiert als die Zahl wirklich abgelegter Eier eines ablagereifen Geleges (wie in diesen Ausnahmefällen), sondern gibt unter Berücksichtigung der Präovipositionsperiode jenen Bruchteil der Weibchenpopulation an, der allein zur Ablage befähigt ist.

Um eine Stütze für den Ablageprozentwechsel im Ovarialbild zu bekommen, wurden täglich alle abgestorbenen Weibchen seziert.

Sektionsbefunde:

Die Ovarien deuten entweder auf die schon vollzogene Ablage hin, sind schmal und klar, oft durch eine geringe Entwicklung der zweiten Eizellengeneration gekennzeichnet oder aber sehr stark degeneriert.

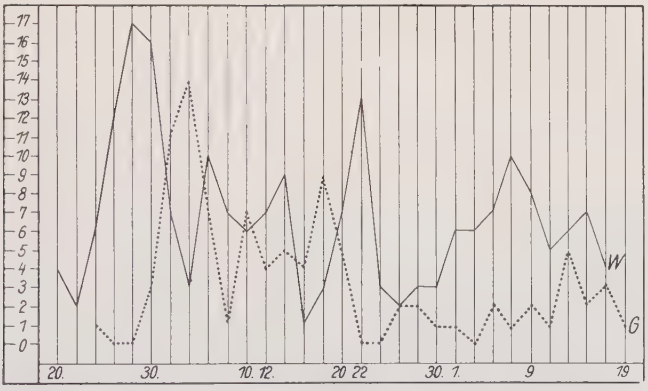


Abb. 15. Die empirische Festlegung der Präovipositionsperiode auf 5 Tage (Zucht u). W = Weibchenschlüpffolge, G = Gelegekurve (gegenseitige Verschiebung = 4—6 Tage)

Diese Degenerationsmerkmale sind sehr schwer statistisch zu fassen, weil es zwischen einzelnen auffallenden Typen die verschiedensten Übergangsformen gibt. Besonders in den letzten Perioden der Kulturzeit macht eine nahezu durchgehende Verfettung aller Eierstöcke die Entscheidung schwer, ob es sich um ein schon vor der Ablage zurückgebildetes Ovar handelt, in dem die gesamten Speicherstoffe, die sonst zur Eibildung nötig sind, in Fett umgesetzt wurden, oder um den Eierstock einer Mücke nach der Ablage mit nachträglicher Degeneration des Restovars.

Häufig, vor allem während des „crowdings", sind Ovarien auf dem von Christophers (1911) und Senior-White (1934) bezeichneten III. bzw. IV. Stadium stark verfettet. Das Ei, das in diesem Stadium etwa $^1/_2$ bis $^3/_4$ des Follikels einnimmt, enthält mehrere, meist hellgelbe Fetttropfen, oder aber das ganze Ovar ist diffus granuliert. Wie bereits

hervorgehoben, lassen sich mehrere Typen unterscheiden, auch ganz junge Eierstöcke mit noch deutlich undifferenzierten Follikelzellen, die schon degeneriert sind.

Tabelle 7

Das Ablageprozent

Der relative Anteil der Weibchenbevölkerung, der abgelegt hat, — in seinem Wechsel über 7 Zuchtperioden

(Die erhöhten Werte in (B)—(D) entsprechen den Maxima der Puppenhaut-Kurven, Abb. 14. Die geringen Werte in (A) rühren von den in der Startpopulation angesetzten Erwachsenentiere her, deren Larvalernährung außerhalb des Versuchs lag)

Perioden (Ablagetage)	Ablageprozent			
	x	y	u	z
(A) 24.— 1.	20,0	29,4	37,5	23,8
(B) 2.— 9.	47,0	26,6	74,4	65,9
(C) 10.—17.	66,6	73,6	70,0	68,4
(D) 18.—25.	23,5	41,6	50,0	63,6
(E) 26.— 2.	34,4	37,5	23,8	27,5
(F) 3.—10.	4,0	22,8	27,2	25,0
(G) 11.—18.	9,3	5,2	34,4	26,8

Läßt sich das Sektionsprotokoll auch nicht zahlenmäßig auswerten, so genügen für diesen Zweck die zwei Feststellungen, daß erstens die Degenerationserscheinungen gegen Ende der Versuchszeit zunehmen und daß zweitens tote Weibchen mit vollentwickeltem Gelege praktisch nicht beobachtet werden.

Das schon erwähnte maximale Ablageprozent würde in Tabelle 7 unter u/(B) mit 74,4 % zu finden sein. Dieser Maximalwert drückt etwa folgendes aus:

Unter den in vorliegender Versuchsanordnung gegebenen Ernährungsbedingungen kommen im günstigsten Stadium des Populationsablaufs höchstens $^3/_4$ der Weibchenbevölkerung zur Eiablage. Nach den Sektionen zu schließen besitzt das fehlende Viertel degenerierte Ovarien und stellt mit aller Wahrscheinlichkeit die Vertreter jener Extremvarianten unter der Larvenbevölkerung dar, die selbst unter optimalen Verhältnissen vorkommen und nicht einmal Opfer eines Konkurrenzkampfes zu sein brauchen. Das maximale Ablageprozent wird in den beiden Rundschalenzuchten (u/z) auf 23,8 bzw. 25,0 % gedrückt, in den qualitativ geringeren Dialysatorzuchten (x/y), mit den Werten 4,0 und 5,2 % bedeutend tiefer. Dieser Abfall ist, wie noch gezeigt wird, den als Umweltswiderstand sich auswirkenden Dichteverhältnissen in der Larvalzucht allein zuzuschreiben.

Die Beziehung zur P-hautkurve weist eben darauf hin, daß eine mangelhafte Larvalernährung die Ausbildung eines Geleges zu verhindern vermag, und die unzureichenden Nährstoffe, bei gleichzeitig auftretenden Degenerationserscheinungen des Ovars, in Fett umgesetzt werden.

β Die Gelegestärke

Die mittlere Gelegestärke als sichtbarster Ausdruck der Güte einer Zucht verhält sich in ihrem Wechsel über die 7 Zuchtperioden analog dem Ablageprozent. In Tabelle 8 sind arithmetische Mittelwerte aus den in täglichen Registrierungen gewonnenen Daten zusammengestellt.

Täglich wurden die in der Ablageschale des Mückenkäfigs vorgefundenen Gelege unter dem Binokular ausgezählt und dann in eine Petrischale übertragen. Erst die geschlüpften Eilarven kamen nach der durchschnittlich zwei Tage dauernden Eientwicklung in die Originalzuchten.

Tabelle 8

Die mittlere Gelegestärke

Die durchschnittliche Eizahl eines Geleges, in ihrem Wechsel über 7 Zuchtperioden. Näheres im Text

Perioden (Ablagetage)	Mittlere Gelegestärke			
	x	y	u	z
(A) 24.— 1.	39	40	50	46
(B) 2.— 9.	43	42	47	51
(C) 10.—17.	50	55	56	61
(D) 18.—25.	39	45	37	48
(E) 26 — 2.	(60)	30	38	33
(F) 3.—10.	(10)	23	32	24
(G) 11.—18.	15	16	26	34

Die in den letzten Perioden sehr spärlich ausfallende Eiablage, besonders unter den Dialysatorzuchten, macht in einem Fall die willkürliche Korrektur zweier Zählungen notwendig. Während der Depressionszeit kamen in x am 21. und 27. Mai zwei einzelne Gelege mit einer Eizahl von 10 und einer solchen von 60 zur Beobachtung, die in den Gelegestärkekurven zu sprunghaften Abweichungen führen würden. Sie sind bei nur einem Gelege als zufällig zu werten, weil es sich um Extremvarianten der in Konkurrenz liegenden Individuen handeln kann. Das Mittel würde dann $(60 + 10)/2 = 35$ Eier je Gelege ergeben und wurde auch so statistisch eingeordnet.

Tage des durchschnittlich stärksten Geleges:

für x der 10. Mai,
für y der 14. Mai bzw. 16. Mai (nur 1 G),
für u der 10. Mai,
für z der 10. Mai.

Absolut die eistärksten Gelege werden von:

x am 9. Mai (mit 71 Eiern),
y am 13. Mai (mit 72 Eiern),
u am 10. Mai (mit 69 Eiern),
z am 8. Mai (mit 93 Eiern) erreicht.

Gelege mit über 100 Eiern, wie sie MacGregor (1932) erwähnt, sind mir nicht bekannt geworden.

Die Gelegeform wird im wesentlichen vom Wechsel der Gelegestärke nicht berührt. Die Ausdehnung des Eischiffchens bezüglich seiner Oberfläche bleibt selbst bei verschiedener Eizahl einigermaßen gleich; ebenso in seiner für den autogenen Culex charakteristischen Form (siehe Abb. 17a). Tate und Vincent bezeichnen zwar das mehr drachenförmige Gelegebild nur als „triangular". Die Eier sind dann lediglich verschieden dicht aneinander gefügt, ohne Störungen in der Schlüpfbereitschaft des Einzeleies nach sich zu ziehen. Selbst extrem kleine Eipakete oder Gelegebruchstücke — die im Hinblick auf die angestrebte Norm Anomalien darstellen — behalten durchaus ihre Schwimm- und damit ihre Schlüpffähigkeit bei. Diffus abgelegte Eier und solche, die aus dem Schiffchenverband einzeln herausgelöst sind, dabei aber ihre normale Stellung auf dem Schwimmtrichter eingebüßt haben, schlüpfen nicht mehr.

Die Eier sind im normalen Gelege in zwei gegeneinander leicht verschobenen Reihen angelegt, stehen also gewissermaßen „im Verband", und können, solange diese Form in einer Ablagehemmung nicht gestört wird, immer leicht ausgezählt werden. Unter allen Dichte- und Gütebedingungen blieb die Eigröße konstant.

Die Übereinstimmung von Ablageprozent, Mittlerer Gelegestärke und PP-hautmaßen erübrigt sich im Kurvenverlauf über die sieben Perioden festzuhalten. Aus der graphischen Darstellung in Abb. 16 ist zu ersehen, daß die Abhängigkeit der Fecundität und der Ablagebereitschaft von der Puppengröße und über diese hinweg von der Populationsdichte der Larvenbevölkerung zwar keine eindeutig lineare ist, doch ließe sich vielleicht im Kurvenbild eine stetigere Beziehung herstellen, wenn man die Periodenverschiebung genauer vornehmen würde (siehe S. 41). Besonders die Präovipositionsperiode ist sehr starken individuellen Schwankungen unterworfen, und die Möglichkeit besteht, daß

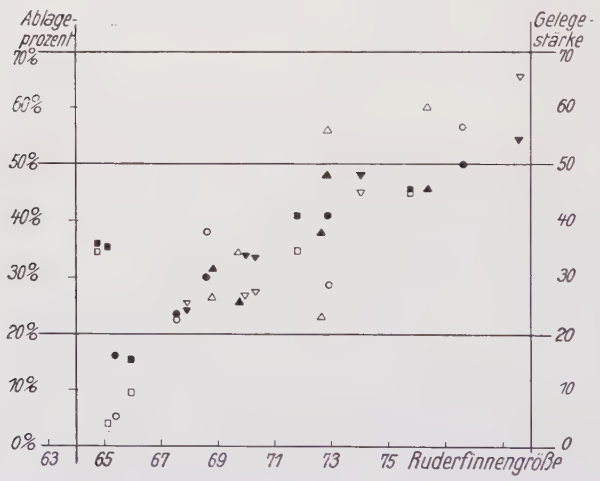


Abb. 16. Die Abhängigkeit des Ablageprozents und der mittleren Gelegestärke von der Ruderfinnengröße der Puppenexuvie die ihrerseits einen Ausdruck des Ernährungszustands der zugehörigen, das heißt vorausgegangenen Larvalbevölkerung darstellt. Die hellen Marken beziehen sich auf das Ablageprozent, die dunkeln auf die mittlere Gelegestärke. □ ■ = x, ● ○ = y, △ ▲ = u, ▽ ▼ = z. Die Abszissenwerte der Ruderfinnengröße gelten für die Ordinatenwerte der beiden Leistungsfaktoren gemeinsam

diese „artkonstanten" Entwicklungszeiten unter den wechselnden Kulturbedingungen — die sich die Population, wie man gesehen hat, ja selbst schafft — einer Änderung unterliegen. Daraus müßte dann auch zwingend eine Verschiebung der genannten drei Leistungsfaktoren gegeneinander resultieren.

Abb. 16 will nur noch einmal abschließend die positive Korrelation von Ablageprozent und Mittlerer Gelegestärke einerseits und der Puppenhautgröße andererseits (in Abhängigkeit von der larvalen Populationsdichte) erläutern.

Aus der Übereinstimmung des Ablageprozents mit der Gelegestärke bezüglich ihrer Extremwerte im Wachstumsverlauf wird jetzt auch der spontane Wechsel in der Eidichte verständlich. Die Eiwerte (Tabelle 4), die sich aus diesen beiden Leistungsfaktoren nicht nur summieren, sondern das Produkt daraus darstellen, müssen natürlich zur Zeit der Maxima beider ebenfalls, und zwar einen stark überhöhten Gipfel aufweisen, weshalb auch die Eikurven in Abb. 8 dieser Überhöhung wegen in logarithmischem Maßstab dargestellt sind.

Mit der statistischen Erfassung der beiden Leistungsfaktoren ist die Leistungsrate — etwa während einer aus den 7 Perioden herauszugreifenden — bekannt. Sie ergibt, mit dem relativen Weibchenanteil multipliziert, jedoch noch nicht den vollen Eiwert der Imago. Wohl zeigt sie nach außen hin die Vermehrungspotenzen einer Imagopopulation während einer gewissen Zeit an, ist in Wirklichkeit aber zu einem bestimmten Prozentsatz schon in diesem Entwicklungsstadium gedrückt, weil die Gelege durch „Sterilität" und Schlüpfhemmung eine Reduktion erfahren.

c) Die Schlüpfbereitschaft des Geleges

Es ist an und für sich nicht zulässig, den Sterilitätsbegriff vom Imaginalstadium auf das Eistadium zu übertragen, um damit eine Störung in der Schlüpfbereitschaft zu kennzeichnen, trotzdem hat er in der entomologischen Literatur diesbezüglich eine zweite Verwendung gefunden. Selbst beim Vollkerf, auf das er definitionsgemäß zugeschnitten ist, dürfte er lediglich der Fecundität und nicht der Fertilität (im Sinne der Pearlschen Definitionen, siehe S. 8) zur Seite gestellt werden, weil unter einem sterilen Weibchen strenggenommen nur ein solches ohne Eianlagen verstanden werden darf und nicht etwa ein ablagegehemmtes oder unbefruchtetes Individuum, das entsprechend überhaupt keine oder keine schlüpfbereiten Eier abzulegen vermag.

Diesen Unterschied machten auch Smirnov und seine Mitarbeiter (1934) nicht bei ihren Sterilitätsuntersuchungen an den Schildläusen *Chionaspis salicis* L. und *Lepidosaphes ulmi* L. Sie unterscheiden zwei Sterilitätstypen, die in Wirklichkeit aber nur von einem repräsentiert werden, nämlich jenem Weibchentyp, der infolge Nahrungskonkurrenz überhaupt keine Eier entwickelt hat. Das unter dem Abschnitt „Ablage-

bereitschaft" besprochene Culexweibchen, das wegen mangelhafter Ernährung seine wenigen Speicherstoffe im Ovar wieder resorbiert, würde auch hierher gehören.

Um einer, wenn auch unkorrekten, terminologischen Gewohnheit nicht auszuweichen, möge der Gesamtausfall abgelegter Eier im Eistadium durch das „Sterilitätsprozent" charakterisiert sein. Dieses ist definiert als der in Prozenten angegebene, relative Anteil eines Geleges, der nicht schlüpft. Das Sterilitätsprozent errechnet sich in der folgenden Tabelle als Durchschnittswert aus achtägigen Registrierungen, entsprechend den übrigen periodenweisen Zusammenfassungen.

Zur Bestimmung des Sterilitätsprozents wurden die Gelege nach hinreichender Ruhezeit in „Diaphanol" über Nacht aufgehellt. Der schon erwähnten Gelegeschlüpfschale waren für zwei weitere Tage zusätzliche Petrischalen beigegeben worden, um in der Kontrolle eventuell spätschlüpfender Eilarven sicher zu sein. Dabei zeigte sich, daß die Eientwicklungszeit fast gar keiner individuellen Variation unterworfen ist und die Gelege stets nach 2 Tagen voll geschlüpft waren. Das heißt soweit eben keine dauernde Schlüpfhemmung zu verzeichnen war.

Unter schwacher Mikroskopvergrößerung ließen sich dann die Ursachen dieser Schlüpfhemmung bestimmen.

Der Gesamtausfall abgelegter Eier verteilt sich auf zwei Typen, die in den Photogrammen von Abb. 17 wiedergegeben sind. Die Unterschiede sind deutlich und leicht erklärbar.

Das eine Mal handelt es sich um ein unbefruchtetes Ei, daran erkenntlich, daß nie eine Differenzierung auch nur angedeutet und das Eiplasma meist koaguliert erscheint. Im anderen Fall weist der mehr oder weniger weit entwickelte Embryo, charakterisiert durch seine Segmentierung, auf eine Schlüpfhemmung hin.

Die Tatsache, daß hin und wieder ganze Gelege steril oder schlüpfgehemmt waren, machte eine Erweiterung der Tabelle notwendig. Diese abnormen Fälle — die z. B. mit derselben Wirkung auch dann auftraten, wenn ganz vereinzelt Gelege auf die Zuckerwasserschalen abgelegt worden waren — sind vorderhand unerklärlich.

Die „erweiterten" Reihen der Tabelle 9 umschließen diese Extremfälle, während die „normalen Reihen" von diesem unkontrollierbaren Einfluß bereinigt sind. Wäre die Analyse eines jeden einzelnen Geleges möglich gewesen, so hätte dem Ausschluß hundertprozentig gehemmter Gelege von der Tabellierung nichts im Wege gestanden. Nur weil sehr oft das Gelege beim Schlüpfen zerfällt und immer eine ganze Tagesklasse von Gelegen in der Schlüpfschale sich befindet, die Zusammengehörigkeit der Bruchstücke also nicht mehr festzustellen ist, haben sich Normalprozente und diese Extremwerte natürlich schon in einer Tagesmessung vermischt. Im übrigen wurde das Sterilitätsprozent dann doch aus den Summenwerten von Ei- und Sterilitätszahlen über die gewohnten achttägigen Perioden errechnet, dem Einzelgelege also sowieso keine Aufmerksamkeit geschenkt.

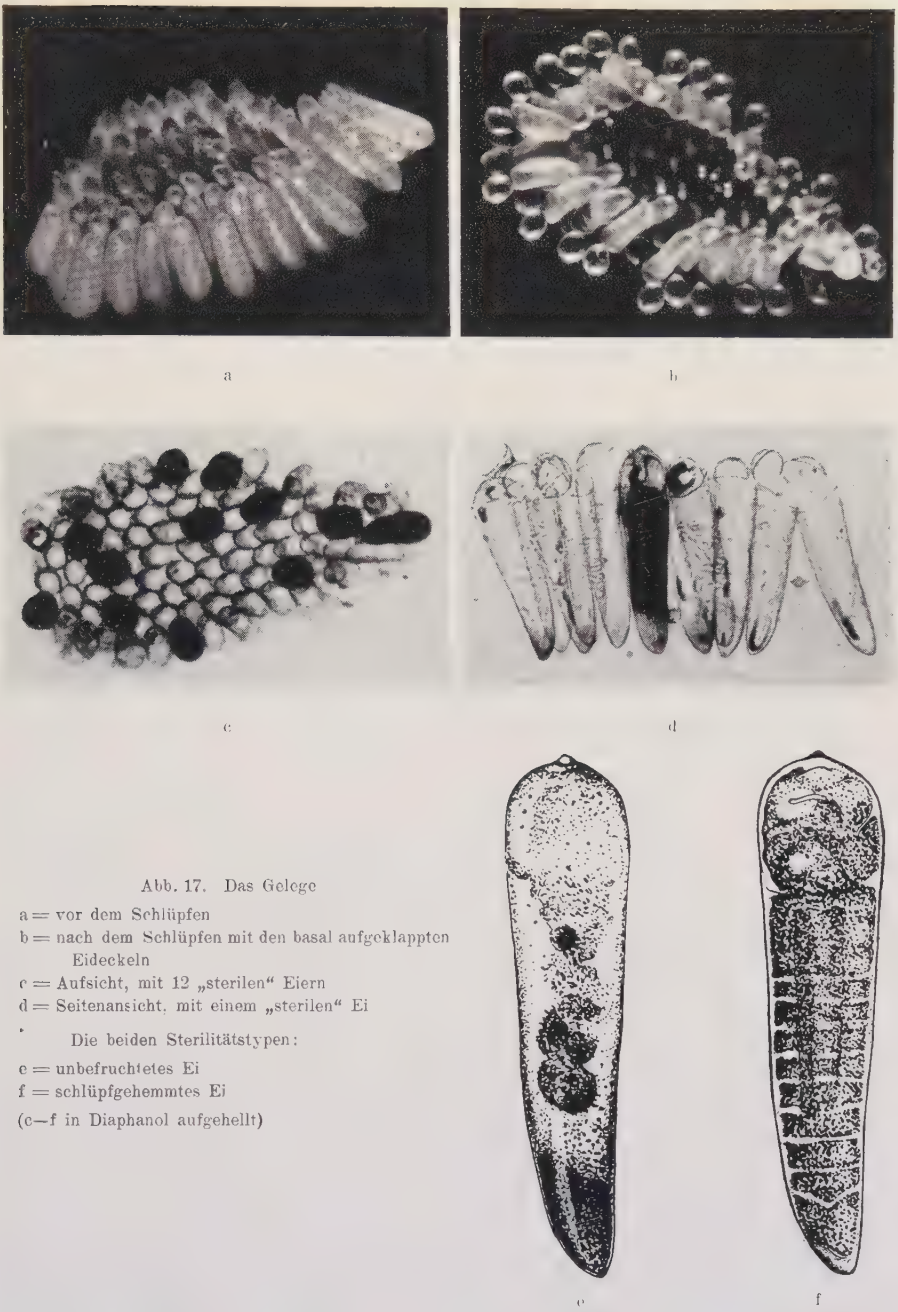


Abb. 17. Das Gelege

a = vor dem Schlüpfen
b = nach dem Schlüpfen mit den basal aufgeklappten Eideckeln
c = Aufsicht, mit 12 „sterilen" Eiern
d = Seitenansicht, mit einem „sterilen" Ei

Die beiden Sterilitätstypen:

e = unbefruchtetes Ei
f = schlüpfgehemmtes Ei
(c—f in Diaphanol aufgehellt)

Es gibt ganz vereinzelte Gelege ohne jeglichen Verlust, die also weder unbefruchtete noch schlüpfgehemmte Eier enthalten. Im Einzelfall tritt folglich eine obligatorische Sterilität nicht auf. Bei jedem größeren

Material dagegen macht sich eine minimale Sterilität bemerkbar. Diese Erfahrung entspricht den Erkenntnissen beim Ablageprozent, wo eine hundertprozentige Ablage ebensowenig beobachtet werden konnte.

Unbefruchtete Eier treten etwas häufiger auf als schlüpfgehemmte. In den Normalreihen wird von beiden Typen im allgemeinen 10% nicht überschritten. Die erweiterten Zahlen bringen im Extremfall einen Verlust durch unbefruchtete Eier von nahezu ein Drittel der Gesamteimasse mit sich ($y|A| = 32{,}3\%$). Der effektive Eiverlust ergibt sich dann durch Addition der erweiterten Werte der beiden Prozentreihen; er wäre von Bedeutung, wollte man für jede Periode etwa den Wert der Leistungsrate rechnerisch genau festlegen.

Tabelle 9

Das Sterilitätsprozent

Der relative Anteil eines Geleges, der nicht schlüpft (weil unbefruchtet oder schlüpfgehemmt) — in seinem Wechsel über 7 Zuchtperioden.

Eingeklammert: Die Prozentzahlen, die aus nur einem Gelege errechnet wurden, denen somit keine statistische Bedeutung zukommt.

Erweiterte Reihe = die um die Prozentzahlen völlig oder nahezu steriler bzw. ungeschlüpfter Gelege erweiterte normale Reihe

Perioden (Ablagetage)	Unbefruchtete Eier eines Geleges — in Prozenten				Schlüpfgehemmte Eier eines Geleges — in Prozenten			
	normale Reihe		erweiterte Reihe		normale Reihe		erweiterte Reihe	
	x	y	x	y	x	y	x	y
(A) 24.— 1.	4,5	4,6	4.5	32,3	1,9	4,6	1,9	4,6
(B) 2.— 9.	2,1	4,4	2,1	4,4	1,5	0,4	1.5	10,7
(C) 10.—17.	3,1	4,2	7.3	4,2	2,6	5,5	6.0	5,5
(D) 18.—25.	6,0	1,8	6,0	1,8	4,2	3.5	4.2	3,5
(E) 26.— 2.	(13,3)	4,9	(13,3)	10.6	(56,9)	7,6	(56,9)	7,6
(F) 3.—10.	(0,0)	10,0	(0.0)	18,7	(20,0)	0.5	(20,0)	1.4
(G) 11.—18.	6,7	(18,7)	6.7	(18,7)	0,0	(6,2)	27,1	(6,2)
	u	z	u	z	u	z	u	z
(A) 24.— 1.	4,3	4,0	4,3	4,0	0,5	0.0	0,5	0,0
(B) 2.— 9.	2,7	1,9	2,7	12,7	0.3	1,5	0,3	4,6
(C) 10.—17.	3.6	6,5	3,6	6,5	5,9	3,8	5,9	3,8
(D) 18.—25.	2,7	6,2	10.2	6,2	9,4	5,8	9,4	5,8
(E) 26.— 2.	2,2	2,9	2,2	2,9	0,5	0,8	0,5	0,8
(F) 3.—10.	3,0	3,9	16,5	16,3	4.0	6,2	4,0	10,0
(G) 11.—18.	2,3	2,5	2,3	2.5	3,5	0,2	3,5	0,2

Der Wechsel des Sterilitätsprozents in den einzelnen Kulturperioden läßt eine ausgesprochene Parallelität schon unter den Vergleichszuchten vermissen, geschweige denn kann man eine Beziehung zu bestimmten Faktoren der Larven- oder Imagozucht aufdecken.

Die Werte der Dialysatorzuchten weichen sehr stark voneinander ab. Aber in u und z ist eine gewisse Übereinstimmung unverkennbar. Hier

sind die Perioden (C), (D) und (F) bei beiden Sterilitätstypen erhöht, und das durch die Summe beider besonders verdeutlicht wird. Das Material ist jedoch nicht groß genug, um daraus zwingend Schlüsse ziehen zu dürfen.

Beispielsweise ist aus Experimenten MacGregors bekannt, daß unbefruchtete Weibchen stets sterile Eier ablegen. Erlaubt man sich schon einmal den Rückschluß von der Sterilität auf den Befruchtungsvorgang, so gewinnt dieser in seiner Abhängigkeit von bestimmten Faktoren eine gewisse Bedeutung.

Die Begattung des autogenen Culex vollzieht sich nicht in geschlossenen ♂♂-Schwärmen, wenigstens nicht in so kleinen Käfigen, wie sie hier zur Verfügung standen. Die Paare kopulieren zu jeder Tageszeit, ganz im Gegensatz zu den Erfahrungen MacGregors, der höchstens am Spätnachmittag Kopulae beobachten konnte. Mir ist bekannt, daß selbst Erschütterungen, z. B. beim Ausschütteln der Imgoschlüpfkäfige in die Glaskäfige, die Kopulationslust erhöhen und Männchen und Weibchen sich sogar in Kopulationsstellung auf diese Weise in einen andern Käfig übertragen lassen.

Andrerseits sind Begattungen besonders dann häufig, wenn sich die Mückenbevölkerung in Erregung befindet. Der unvoreingenommene Vergleich der Protokollierungen über diese Erregungszustände mit dem Luftdruckwechsel[1]) weisen auf eine positive Beziehung des Schwärmens mit fallendem Luftdruck (nicht barometrischer Minima) hin.

Da aber dem Einfluß des Luftdrucks unter dieser Versuchsanordnung nicht auszuweichen war, sind Störungen im Sterilitätsprozent durch einen solch unkontrollierbaren meteorologischen Faktor leicht möglich.

Für den Wachstumsverlauf der Larvenpopulation hat nur die durchschnittliche Höhe des Sterilitätsprozents eine Bedeutung, d. h. insofern, als dadurch die Leistungsrate herabgesetzt wird. Die durchschnittliche Reduktion der Eizahlen durch den Ausfall an unbefruchteten und schlüpfgehemmten Eiern wird durch die mittleren Sterilitätsprozente in Tabelle 10 grob wiedergegeben.

Tabelle 10

Mittleres Sterilitätsprozent

Der während der 7 Kulturperioden durchschnittliche Ausfall eines Geleges an unbefruchteten und schlüpfgehemmten Eiern in Prozenten.
In Klammern: die in Tabelle 9 geklammerten Werte sind mitberücksichtigt

	Unbefruchtete Eier eines Geleges	Schlüpfgehemmte Eier eines Geleges	Insgesamt sterile Eier eines Geleges
x	4,4 (5,1)	2.5 (4,3)	6,9 (9,4)
y	4,9 (6,9)	3,6 (4,0)	8,5 (10,9)
u	2,9	3,4	6,3
z	3,9	2,6	6,5

In den konstitutionell schwächeren Dialysatorzuchten sind beide Sterilitätstypen (nach den geklammerten Werten beurteilt) mit leicht erhöhten Zahlen gegenüber u und z vertreten. Der Einfluß der Larvalzucht, bzw. des Ernährungszustands, der in ihr herrscht, und der alle Leistungsfaktoren

[1]) Aus Barogrammen der Hamburger Seewarte entnommen.

bestimmt, vermag anscheinend das an sich schon allgemein geringe Sterilitätsprozent nur um wenige Prozente zu erhöhen.

Abschließend kann folgendes gesagt werden: An der Bedeutung der Leistungsrate gemessen nimmt das Sterilitätsprozent als letzter Faktor des Eiwerts eine nur untergeordnete Stelle ein. Die Schlüpfbereitschaft des Geleges ist von der Populationsdichte der Larvalzucht nicht abhängig, läßt aber eine Beziehung zum Kopulationsvorgang und durch diesen zu einem abiotischen Umweltsfaktor vermuten.

3. Vergleichsweise Untersuchung der gemessenen Faktoren auf ihre Wirksamkeit, das Gleichgewicht zu regulieren

Greifen wir auf die Dimensionsgleichung (S. 32) zurück und prüfen die nunmehrigen Erfahrungen über das Ausmaß der Dichteabhängigkeit jedes einzelnen Faktors unseres Vermehrungsquotienten, so stellt sich heraus: Der Imagowert des Eis, meßbar am Verlust während der Präimaginalzeit, richtet sich auf Grund differentieller Sterblichkeit unter den Larven hauptsächlich nach der Mortalität der jüngsten Larvenstadien (I und II). Diese ist, nach ihrer Wirkung beurteilt, dichteabhängig und für die Erhaltung des zahlenmäßigen Gleichgewichts der Imagopopulation verantwortlich, vorausgesetzt, der Eilarvennachschub unterschreitet an Zahl nicht den Wert der konstanten Imaginallage.

Man könnte gemäß der so beobachteten Regulationswirkung, d. h. für die Begleichung jeglicher Nachkommenüberproduktion, nun mit Recht annehmen, daß die zu erhöhter Sterblichkeit führende Störung infolge Konkurrenz in Raum und Futter nach dem auch für andere Versuchstiere erkannten Begegnungsprinzip (z. B. diesem Gesetz folgende Adelphophagie bei Tribolium) dem Quadrat der Dichte proportional sei. Weitere Versuche wären hier am Platze. Sie müßten die Entscheidung darüber bringen, inwieweit diese, auch nach dem logistischen Prinzip, in erster Annäherung gewählte erste und einfachste Einschränkung geometrischen Wachstums den natürlichen Verhältnissen gerecht wird. Genannte Beziehung zum Dichtequadrat dürfte dann ebensogut für das Störungsausmaß gelten, das unser Eiwert bzw. die Leistungsrate erfährt. Während der Effekt im Bezug auf die Sterblichkeit ein quantitativer ist, handelt es sich hier um eine Störung in der Qualität, eben der Konstitution der Weibchen.

Die Leistungsrate, also Ablageprozent und Gelegestärke, sind, wie gezeigt wurde, von der präimaginalen Bevölkerungsdichte deutlich beeinflußt, und zwar von allen Eiwertfaktoren am empfindlichsten beeinflußt. Während das Sterilitätsprozent von der Dichte unabhängig, mit einem geringen Durchschnittswert von etwa 7% konstant veranschlagt werden kann, war die Dichteabhängigkeit des Geschlechtsverhältnisses keine eindeutige.

Unterwerfen wir die für unseren Fall effektiven Verschiebungen des normalen Geschlechtsverhältnisses, die im wesentlichen der proterandrischen

Spaltung zuzuschreiben waren, doch einer Beurteilung, so ist ihre regulatorische Wirksamkeit verglichen mit der an der Leistungsrate beobachteten merklich geringer.

Ziehen wir z. B. aus Tabelle 5 einen als besonders ungünstig registrierten relativen Weibchenanteil von $\frac{1}{3}$ heran, multiplizieren mit optimaler Leistungsrate und vergleichen dann den so ermittelten Eiwert des Weibchens mit einem Eiwert, der sich bei normalen $\frac{f}{m+f} = \frac{1}{2}$, dabei nur mittlerer Reduktion der beiden Leistungsfaktoren um je die Hälfte, errechnen läßt, dann stellt sich die wirksame Verminderung des Eiwerts im letzteren Fall bereits mehr als doppelt so groß heraus.

Weil die Dichteabhängigkeiten von Ablageprozent und Gelegestärke wohl meist synchron und gleichgerichtet verlaufen, multipliziert sich natürlich ihr Einfluß innerhalb der Leistungsrate und kann zu Spontaneffekten im Leistungsverlauf führen, wie Abb. 8 mit ihren stark überhöhten Ei- d. h. Leistungswerten für unsern Versuch beweist.

Die Wirksamkeit der Bevölkerungssdichte, das natürliche Gleichgewicht von *Culex pipiens autogenicus* unter den gegebenen Umweltbedingungen zu garantieren, drückt sich demnach im wesentlichen in zwei Elementen aus. Erstens reguliert die betont dichteabhängige Mortalität der jüngsten Larvenstadien den Imagowert des Eis, d. h. die Imagoerzeugung, bzw. ihr zahlenmäßiges Gleichbleiben. Zweitens ist die in ihren beiden Faktoren jeweils dichteabhängige Leistungsrate selbst Dichteregulativ für die Larvalbevölkerung der Tochtergeneration, außerdem sichtbarer Ausweis für die veränderliche Konstitution einer dichtekonstanten Imaginalbevölkerung. Sie charakterisiert einerseits die Potenzen einer Weibchenpopulation, sich zu vermehren, unterstützt andererseits aber als gleichgewichtregulierender Faktor auch noch die dichteabhängige Mortalität bei der Gleichgewichtskontrolle durch Steuerung der Nachkommendichte.

Übervermehrungen während des natürlichen Gleichgewichts der Art, gleichgültig welcher Ursache sie sind, werden der Zahl nach durch gesteigerte Mortalität quittiert, aber auch vorbeugend, durch Leistungsminderung der Imagines, den Voraussetzungen zu ihrer Wiederholung im Lauf der nächsten Generation beraubt.

Die selbstregulatorische Bedeutung dieser Konstitutionsänderungen für den Wachstumsverlauf, unter einmal festgelegten Außenbedingungen (besonders der Nahrung), die Tatsache also, daß schlechternährte Individuen durch geringere Nachkommenproduktion die Konkurrenz innerhalb der Filialgeneration herabmindern, damit die Entwicklungschancen automatisch verbessern, und so zu, wahrscheinlich periodisch verlaufenden, Larvalgradationen Anlaß geben — und das alles bei der Zahl nach unveränderter Imaginallage — wurde bisher kaum beachtet.

In diesem Zusammenhang ist allgemein eine Beobachtung aus den Salmgewässern Schottlands erwähnenswert, wo nach einer Saison mit hoher Sterblichkeit infolge von

Überschwemmungen und Seuchen, der Salm, der im nächsten Jahr in den Flüssen aufsteigt, mit Eiern prall gefüllt ist (zit. Sutherland, 1927).

Diese von Darwin schon ausgesprochene Erkenntnis einer engen Beziehung zwischen Fruchtbarkeit und Überlebenswahrscheinlichkeit läßt sich nun dahingehend erweitern, daß die Chancen, überleben zu können, sich eben meist aus den Konkurrenzverhältnissen herleiten lassen, also mit der Populationsdichte korreliert sind.

Weil sich der Einfluß der Bevölkerungsdichte, ob hemmend oder begünstigend, so rasch an Ei- und Imagowert auswirkt, ist der Art gleichsam das Mittel an die Hand gegeben, jeder gewaltsamen Änderung ihres natürlichen Gleichgewichts in kurzer Zeit erfolgreich zu begegnen.

Als nächstliegendes Beispiel dafür mag der Wachstumsverlauf unserer Zuchten selbst dienen.

Die Vermehrungskraft, also der Eiwert und im engsten Sinne die Leistungsrate der Startpopulation, war schon so hoch, daß sie ohne weiteres die potentielle Grundlage für die später zu erwartende imaginale Gleichgewichtsbevölkerung abgeben konnte. Mit andern Worten, es waren von Anfang an schon so viel Nachkommen in Aussicht gestellt, daß, bei entsprechendem Ausfall in der Präimaginalzeit, bereits im Verlaufe einer Generation das natürliche imaginale Gleichgewicht sich einstellen mußte. Die Einstellung der Ruhelage war also eine plötzliche und verlief nicht nach dem logistischen Prinzip wie bei den Pearlschen Drosophila-Populationen.

Auch befand sich die künstlich angesetzte Ausgangsbevölkerung keineswegs im Gleichgewicht, wenn auch ihre Puppendichte zufällig mit der späteren PP-Konstanz übereinstimmte. Das beweist der Anstieg der Leistungsrate in der zweiten und dritten Kulturperiode und vor allem die daraus hervorgehenden Larvalgradationen.

Damit kommen wir zur Bedeutung des Querschnittbilds einer Population.

Die Ausgangsbevölkerung war, ohne es vorauszusehen, so angesetzt worden, daß sie wohl mit ihrem imaginalen Anteil dem möglichen Höchstwert unter den gegebenen Umweltbedingungen gleichkam, sie war aber im Bezug auf den Anteil jugendlicher Entwicklungsstadien am Populationsquerschnitt eine in ihrem Gleichgewicht bereits gestörte Bevölkerung. Solcher Art etwa, wie das unter natürlichen Verhältnissen durch speziellen Larvalausfall in einem Brutgewässer denkbar leicht in Erscheinung treten könnte.

Dann hilft sich die Natur. Durch die rasche Reaktionsbereitschaft der Art, dank ihres hohen Vermehrungs- und Überlebenspotentials im Verein mit der geschilderten Dichteempfindlichkeit, wird, wenn auch nicht in einer Generation so doch in der nächsten, das Hinausrücken aus der Gleichgewichtslage mindestens für die Imagodichte wieder wettgemacht. Die Interpretation der Stabilität dieses Gleichgewichts hat ja unsere logistische Differentialgleichung (S. 30) in anschaulicher Weise übernommen.

Interessant ist, daß eine einmalige Störung des Querschnittbilds, als die wir den gewaltsamen Ansatz der Ausgangsbevölkerung ansehen dürfen, den Querschnittscharakter über längere Zeit bestimmen kann, das imaginale Gleichgewicht hingegen sich sofort wieder einstellt.

Die günstigen Konkurrenzbedingungen für die Startpopulation gaben Anlaß zu einem spontanen Leistungsanstieg, der aber eine Übersättigung des zur Verfügung stehenden Nährraums mit Larvenstadien in der nächstfolgenden Generation nach sich zog und damit den Keim zur eigenen Beschränkung schon in sich trug.

Es muß deshalb noch einmal hervorgehoben werden, daß bei alleiniger Berücksichtigung von Imagopopulationen eine Ruhelage vorgetäuscht werden kann, die in Wirklichkeit nicht besteht.

Neben dem imaginalen Gleichgewicht sollte darum das der Jugendstadien nicht unberücksichtigt bleiben, d. h. der Populationsquerschnitt stets auf sein Gleichbleiben geprüft werden. Nach Maßgabe von Populationsquerschnitt und Leistungsrate zusammen erst sind wir in der Lage, über die Konstanz einer Mischpopulation Aussagen zu machen — ob, bei konstanter Imaginallage, Aussichten auf Larvalgradationen bestehen oder nicht.

Sind aber Oszillationen der Larvenbevölkerungen um eine Normallage, die ihren Ursprung ausschließlich in der Konstitution der Elterntiere nicht nur vermuten lassen, sondern ihn dort nachweislich finden, vielleicht doch nicht bedeutsam für die Gradationslehre ganz allgemein, insbesonders dann, wenn es sich um eine Tierart handeln sollte, deren Imaginalstadien nicht, sondern deren Larvalstadien schädlich sind?

Über die Populationsdichte allgemein und eine praktische Fragestellung bei Stechmückenbekämpfungen

Daß die Konstitution einer weiblichen Culexmücke und als direkte Folgeerscheinung ihre Leistung (z. B. die Fecundität) sich auf die Dichteverhältnisse der Präimaginalzeit zurückführen ließ, entspricht den Erfahrungen Pearls, der auf die Beziehung der Eiproduktion von *Drosophila* zur Dichte während der Imaginalzeit aufmerksam gemacht hat.

Dem Dichtefaktor über diese beiden Beispiele hinaus allgemeine Bedeutung zumessen zu wollen, rechtfertigt sich nicht ohne weiteres, zumal, wie Maclagan (1932) sagt: „The so-called density-factor has not been reduced to its simplest terms, and he is indeed a multiple one!“

Man wird vor allem unterscheiden müssen zwischen einem Einfluß der Dichte auf das Einzeltier und einem solchen auf eine ganze Bevölkerung, besonders deren Dynamik.

Chapman und Park (1928, 1934 und 1933, 1934, 1936) haben nach dem „Begegnungsprinzip“ für *Tribolium confusum Duv.* die Bedeutung der Populationsdichte als einen die Intensität des Kannibalismus bestimmenden Faktors nachgewiesen. Smirnov und seine Mitarbeiter (1934)

den Einfluß auf die Fruchtbarkeit der Weibchen. Pearls Untersuchungen, wie oben erwähnt, die Wirkung der Imaginaldichte auf die Fecundität (die Abhängigkeiten verlaufen nach der Inversform des Farrschen Gesetzes), meine Untersuchungen am autogenen Culex die der Larvaldichte. Hofmann (1934) sagt von *Lymantria dispar*-Raupen, daß Wachstumshemmungen nicht so sehr dem engen Lebensraum, als vielmehr der hohen Bevölkerungsdichte zuzuschreiben wären. Titschak (1936) hat Gewicht und Lebensdauer von Kleidermotten bestimmt, die unter verschiedenen Dichtebedingungen aufgewachsen waren. Schwerdtfeger (1934, 1935) wies auf die Bedeutung der Besiedlungsdichte für die Mortalität und das Parasitierungsprozent einiger Forstschädlinge hin. An Cladoceren sind teratologische Veränderungen und verminderte Fruchtbarkeit durch Rammer (1933) als durch Dichte beeinflußt beschrieben worden. Bilski (1921) und Rugh (1934) haben die Dichteabhängigkeit des Wachstums von Kaulquappen berechnet, ersterer auch noch mit dem Versuch, die Beziehungen formelmäßig zu fassen. Und schließlich liegen noch Arbeiten in der Lebensraumfrage von Crew und Mirskaia (1931) und Vetulani (1931) an Mäusepopulationen vor. Sonst sind Versuche an Wirbeltieren, besonders landlebenden Formen, weil mit technischen Schwierigkeiten verknüpft, im allgemeinen selten.

Die Wirksamkeit der Populationsdichte wird man nach alledem nicht mehr in Frage stellen. Der Einfluß auf das Einzeltier — der übrigens fast ausschließlich für genannte Autoren alleiniger Gegenstand der Betrachtung ist — macht es aber wahrscheinlich, daß die Populationsdichte in einer Vielheit artgleicher Individuen und insbesonders für die Wachstumsphysiologie dieser Vielheit ebenso eine Rolle spielt.

Haldane (1922) will sich allgemein auf zwei Typen von Wachstumsregulatoren für Bevölkerungswachstum beschränken: Den Typ *Drosophila* (Pearl), mit der Wechselwirkung von Fruchtbarkeit und imaginaler Populationsdichte, und den von Elton beschriebenen Typ wilder Rattenpopulationen, wo ein katastrophales Anwachsen der Todesrate durch Seuchen den Hemmungsfaktor darstellt.

Derartig spezielle Verallgemeinerungen zu treffen, ist gewagt. Denn beispielsweise schon die erwähnten Triboliumversuche Chapmans liegen außerhalb dieses Schemas, während unser Versuchsobjekt den beiden Haldaneschen Typen gemeinsam gerecht würde.

Trotzdem können die Bemühungen Pearls und Haldanes, der Populationsdichte ganz allgemein eine, in bezug auf das Bevölkerungswachstum, regulatorische Bedeutung einzuräumen, als gerechtfertigt angesehen werden. Neben den Arbeiten von Chapman und Pearl liefern die Ergebnisse an *Culex pipiens autogenicus* erneut eine Stütze dazu.

Die Möglichkeit aber, aus einem Faktorenkomplex einen Faktor wie die Populationsdichte eindeutig herausheben zu können und für seine ausschließliche Verantwortlichkeit als Wachstumsregulativ wenigstens in

einem Falle Belege zu haben, muß in einem Gebiet mit vorwiegend praktischer Zielsetzung von Interesse sein, insbesondere dort, wo bei Massenbewegungen von Schädlingen bisher über die Ausmaße gradationssteuernder Faktoren, wie Dichte, Parasiten, Feinde, Nahrung und Klima, aber auch menschlicher Eingriffe, keine Klarheit bestanden hat.

Eine praktische Fragestellung beschäftigt schon lange die entomologische Abteilung des Tropeninstituts: Welcher Art ist die Abhängigkeit einer Mückenbevölkerung von der vorhandenen Nahrungsdichte und den Wohnräumen, oder spezieller, kann in erfolgversprechender Weise der Ertrag an Seuchenüberträgern eines umschriebenen Gebiets von Menschenhand herabgesetzt werden?

Es hat sich eine gewisse Abneigung in der angewandten Entomologie herausgebildet, die Nahrungsmenge als wichtiges Regulativ für die Häufigkeit der Insekten anzusehen und den Zusammenbruch von Massenvermehrungen auf Nahrungsmangel zurückzuführen. Dafür hat man auf der Suche nach den wirklichen Ursachen ganz einseitig entweder die natürlichen Feinde, die Parasiten oder das Klima dafür verantwortlich gemacht.

Nun weiß der Malariologe, daß sich die Zahl der Stechmücken, z. B. die der Anophelen, außerordentlich mindern kann, wenn die überwinterten Anophelen geeignete Brutplätze nur mehr in sehr beschränkter Ausdehnung vorfinden. Andrerseits ist auch die Meinung verbreitet, daß eine Anophelesbevölkerung die der Brutplätze in der Nähe ihrer Blutspender beraubt wird, entweder weiterfliegt und fernere, oder aber auch weniger ansprechende Brutplätze ihres alten Fluggebiets angeht. Mit Dränagemaßnahmen und der Beseitigung der bisherigen Brutgewässer wäre demnach nicht viel erreicht.

Martini steht nun demgegenüber auf dem Standpunkt, daß die bevorzugten Brutplätze die sind, in denen die Art ihr Leistungsoptimum entwickelt, d. h. in gleicher Zeit am erfolgreichsten Artsubstanz aufbaut. Werden diese beseitigt, so müssen andere angenommen werden, in denen die Entwicklung nicht so günstig verläuft, der Ertrag an Artsubstanz also geringer ausfällt und die Art in ihrem Lebensraum auf ein niederes Niveau gedrückt wird (also eine niedere p. n. der Puppen- bzw. Imagobevölkerung nach unseren Versuchserfahrungen), wenn nicht gar allmählich ausstirbt. Das ist das, was sich im allgemeinen bei der Malariabekämpfung durch Mückenbekämpfung zeigt.

Die Frage ist von Bedeutung: „Wird, wenn man die Brutplätze einer Anophelesart auf die Hälfte einschränkt, auch deren Populationsdichte auf die Hälfte eingeschränkt?“ Auf den Restflächen ist ja Platz genug für alle Eier, die früher auf die nunmehr beseitigten Flächen fielen. Es braucht ja nur der eingeschränkte Lebensraum doppelt so dicht mit Eiern belegt werden, und es bleibt alles beim alten. An-

scheinend geschieht das in Wirklichkeit nicht, weil Bewegungsraum und Nährraum nicht dasselbe sind. Mit anderen Worten, ein Brutgewässer wirft bei stärkerer Belegung auf die Dauer keinen größeren Mückenertrag ab als vorher. Dem Brutgewässer, oder genauer, der von den Larven besiedelten und ihren Lebensansprüchen allein genügenden Brutfläche eines Tümpels oder Grabens, eignet also ein gewisser Maximalertrag, der auch durch Nachkommenüberproduktion, das heißt Überbelegung, nicht überschritten werden kann.

Der Ertrag hängt nicht nur von der Größe der Brutfläche, sondern, wie die Beobachtungen lehren, auch noch von anderen Faktoren ab. Ist das die vorhandene Futtermenge? Theoretisch hat Martini sich vorgestellt, daß bei Zunahme der Individuenzahl von dem Augenblick an, wo damit der Nahrungsanteil der Einzellarve beschränkt wird, eine Verlängerung der Entwicklung bis zum Erreichen der Normalgröße eintreten muß, was natürlich die Lebenserwartung bis zur Verpuppung wieder verschlechtert. Das heißt, der Imagowert des Eis würde herabgesetzt werden. Martini hat auf Grund einer Überschlagsrechnung das vielleicht zu erwartende Ergebnis erhalten, daß, bei schon starker Ausnützung des Lebensraums, eine weitere Vermehrung der Eier, die auf die Fläche gelegt werden, die Produktion an Imagines nicht mehr ändert.

In Wirklichkeit liegt der Fall aber nicht so einfach, denn die Natur schließt die Entwicklung früher ab und die Faktoren, die den Ertrag bestimmen, sind nicht nur auf die Lebenserwartung beschränkt.

Weidling hat in Verfolgung einer ersten Aufgabe gefunden, daß die Eiproduktion von Hungerweibchen, d. h. wegen einer aus ihrer Präimaginalzeit datierten Unterernährung, gemindert ist. Es gibt sich daraus, auf mehrere Generationen gesehen, demnach kein Unterschied von der Martinischen Schlußfolgerung. Wir zeigten nun an unserem Objekt, daß eine Nachkommenüberproduktion sowohl die Überlebenswahrscheinlichkeit der Larven, insbesonders der jüngsten Stadien, herabsetzt — und zwar nicht durch eine Entwicklungshemmung und damit Vergrößerung der Absterbewahrscheinlichkeit, sondern direkt verursachte Mortalität — als auch die Leistungsaussichten der zu erwartenden Mückenpopulation merklich verschlechtert. Regulierendes Mittel ist aber einzig allein die Populationsdichte, die, auch unter optimalen Ernährungsbedingungen, bei Übervölkerung Hunger verursacht, den Arbeitsstoffwechsel auf Kosten des Zuwachsstoffwechsels vergrößert, so daß Konkurrenz in Bewegungs- und Nährraum zur geschilderten Minderung des Ertrags führen muß.

Hier findet unser Problem Anschluß an die modernen Bemühungen um das Zwei-Arten-System, die Fragen der natürlichen Feindschaft und der Konkurrenz.

Zusammenfassung

1. Die Güte einer Larvalzucht von *Culex fatigans* und *Culex pipiens autogenicus* läßt sich durch Puppenschlüpffolge und Absterbeverlauf graphisch darstellen.

2. Ein Hungerversuch und ein Übervölkerungsversuch sind in ihren Leistungen gleich, d. h. die Ablagebereitschaft der weiblichen Mücke und die Eizahl ihres Geleges sind verringert.

3. Es gibt optimal geführte Kulturen, die sich durch geringste Mortalität und ein annähernd konstantes Geschlechtsverhältnis von 1 : 1 auszeichnen.

Abweichungen vom normalen Sexualindex sind auf die Mortalitätsverhältnisse und eine dabei auswählende Bevorzugung des einen Geschlechts im Larvenstadium zurückzuführen.

4. Der Beweis logistischen Wachstums (S-förmiger Wachstumsverlauf im Diagramm) war für das Populationswachstum von *Culex pipiens autogenicus* nicht zu führen.

Ein zur Verfügung gestellter überoptimaler Nährraum von einer für das Laboratorium handlichen Größe wird schon innerhalb einer Generation von dieser Mücke erfüllt — entsprechend dem hohen Vermehrungspotential der Ausgangspopulation.

5. Bezüglich der Imaginalbevölkerungen stellt sich ein Gleichgewichtszustand ein. Die zahlenmäßige Konstanz dieser Gleichgewichtslage wird durch eine dichteabhängige Mortalität im Präimaginalstadium garantiert, die für Vernichtung jedes noch so großen, überschüssigen Larvennachschubs, insbesondere der jüngeren Larvenstadien, sorgt.

6. Trotz gleichbleibender Imaginallage unterliegen die Larvenpopulationen starken Schwankungen.

7. Diese Schwankungen haben für das Bevölkerungswachstum eine selbstregulatorische Bedeutung insofern, als durch den Wechsel der larvalen Populationsdichte tiefgreifende Veränderungen in der Konstitution der Imagines hervorgerufen werden. Insbesondere wird deren Größe, die Bereitschaft zur Eiablage und vor allem ihre Fruchtbarkeit beeinflußt, also schon ein Einfluß auf die Populationsdichte der nächstfolgenden Generation ausgeübt.

8. Erster Anstoß zu Veränderungen in der Konstitution einer zahlenmäßig gleichbleibenden Erwachsenenbevölkerung kann, wie hier, durch die Einführung einer kleinen Ausgangspopulation in einen noch untersättigten Nährraum gegeben sein. Sich wiederholende, eventuell periodisch verlaufende Konstitutionsänderungen in den nachfolgenden Generationen, erklären sich aus Absatz 7.

9. Die Einführung einer Leistungsrate als dichteabhängige Variable (der „Eiwert des Weibchens“ nach Martini) erlaubt diese Konstitutionsänderungen statistisch kurz zu fassen.

10. Das Geschlechtsverhältnis steht in keiner eindeutigen Beziehung zur larvalen Populationsdichte.

Die Schlüpfbereitschaft des Geleges kann als dichteunabhängige Konstante bzw. der Ausfall an schlüpffähigen Eiern mit durchschnittlich 7 % veranschlagt werden.

11. Die Bedeutung der Bevölkerungsdichte allgemein, ihr Einfluß auf das Einzeltier und das Populationswachstum, sowie für eine praktische Fragestellung bei Stechmückenbekämpfung wird bei Vergleich mit anderen Dichtearbeiten abschließend erörtert.

Herrn Prof. Martini für jederzeit hilfsbereite Kritik zu danken, ist mir erste und angenehmste Pflicht. Dank schulde ich weiterhin der Leitung des Tropeninstituts für die großzügige Bereitstellung der technischen Mittel.

Literaturverzeichnis

Achundow, I. (1929), Ein weiterer Beitrag zum Rassenproblem der Anophelen. Archiv f. Schiffs- und Tropenhygiene 33, 215—219.

Alpatov, W. W. (1932), Egg production in Drosophila melanogaster and some factors which influence it. J. Exp. Zoöl. 63, 85—111.

Bilski, F. (1921), Über den Einfluß des Lebensraums auf das Wachstum der Kaulquappen. Pflügers Archiv 188, 254—272.

Bodenheimer, F. S. (1928), Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur? Biolog. Zentralbl. 48, 714—739.

Bremer, H. (1928), Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. Zeitschr. f. angew. Entomologie 14, 254—272.

Chapman, R. N. (1928), The quantitative analysis of environmental factors. Ecology 9, 111—132. Brooklyn.

— — (1931) „Animal Ecology". New York and London.

Chapman, R. N. und Whang, W. Y. (1934), An experimental analysis of the cause of population fluctuations. Science 80, 297—298.

Christophers, S. R. (1911), The development of the egg-follicle in Anophelines. Paludism 73—88.

Crew, F. A. E. und Mirskaia, L. (1931), The effects of density on an adult mouse population. Biolog. General. 7, 239—250.

Eidmann, H. (1937), Die Populationsbewegung der Insekten. Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. 79, 315—316.

Elton, C. S. (1924), Periodic fluctuations in the numbers of animals: Their causes and effects. Brit. J. Exp. Biol. 2, 119—163.

— — (1925) Plague and the regulation of numbers in the wild mammals. J. Hyg. 24, 138—163.

Gause, G. F., und Alpatov, W. W. (1931), Die logistische Kurve von Verhulst-Pearl und ihre Anwendung im Gebiet der qantitativen Biologie. Biolog. Zentralbl. 51, 1—14.

Gause, G. F. (1934), „The struggle for existence" Baltimore.

Goetsch, W. (1924), Lebensraum und Körpergröße. Biolog. Zentralbl. 44, 529—560.

Greenleaf, W. E. (1926), The influence of volume of culture medium and cell proximity on the rate of reproduction of infusoria. J. Exp. Zoöl. 46, 143—167.

Gray, J. (1929), The kinetics of growth. Brit. J. Exp. Biol. 6, 248—274.

Haldane, J. B. S. (1927), Diskussion zum Referat R. Pearls. Proceedings of the world population conference in Geneva. Londen, E. Arnold & Co.

Hanson, F. B., und Ferris, F. R. (1929), A quantitative study of fecundity in Drosophila melanogaster. J. Exp. Zoöl. 54, 485—506.

Hecht, O. (1932), Experimentelle Beiträge zur Biologie der Stechmücken II. Zeitschr. f. angew. Entomologie 19, 579—607.

— — (1933) Die Blutnahrung, die Erzeugung der Eier und die Überwinterung der Stechmückenweibchen. Arch. f. Schiffs- und Tropenhygiene 37, Beiheft 3, 87 S.

Heimann, H. (1913), Über den Eintritt der Geschlechtsdifferenzierung bei den Larven von *Culex pipiens* L. Dissertation.

Hofmann, Ch. (1934), Der Einfluß von Hunger und engem Lebensraum auf das Wachstum und die Fortpflanzung von Lepidopteren. Zeitschr. f. angew. Entomologie 20, 51—84.

Janisch, E. (1931), Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Umweltsfaktoren auf Insekten. II. Über die Mortalität und die Variationsbreite tropischer Insekten in Ceylon mit allgemeinen Bemerkungen über die Umweltsabhängigkeit und das biologische Optimum. Zeitschr. Morphologie und Ökologie 22, 287—348.

Kalmus, H. (1929), Versuche über die Teilung von *Paramaecium caudatum* in der Kapillare nebst Bemerkungen über den sogenannten Raumfaktor. Archiv Protistenkunde 66, 402—408.

Koblmüller, L. O. (1936), Beitrag zur Kenntnis der Wechselbeziehungen zwischen Bakterienvermehrung und Umwelt sowie Bemerkungen über die sogenannte „Raumtheorie" Bails. Zeitschr. Hygiene und Infektionskrankheiten 118, 687—696.

Lotka, A. J. (1925), „Elements of physical biology". Baltimore, Williams und Wilkins Company.

Ludwig, W. (1928), Über den funktionellen Zusammenhang zwischen Populationsdichte, Nahrungsdichte und Teilungsrate bei Protisten und über die Zunahme der Bevölkerungsdichte überhaupt. Biolog. General. 4, 351—376.

— — (1929) Vergleichende Untersuchung über Wachstumsgesetze. Biolog. Zentralbl. 49, 735—758.

MacGregor, M. E. (1932), The occurence of Roubaud's „Race autogene" in a German strain of *Culex pipiens* in England: with notes on rearing and bionomics. Trans. Roy. Soc. trop. Med. Hyg. 26, 307—314.

Maclagan, D. St. (1932), The effect of population density upon rate of repropuction with special reference to insects. Proc. Roy. Soc. B. 111, 437—454.

Marshall, J. F., und Staley, J. (1936), Exhibition of „Autogenous" and „Stenogamous" characteristics by Theobaldia subochrea Edw. (Diptera, Culicidae). Nature 137, 580—581.

Martini, E. (1921), Berechnungen und Beobachtungen zur Epidemiologie und Bekämpfung der Malaria auf Grund von Balkanerfahrungen. Hamburg, W. Gente. 107 S.

— — (1923a) Gedanken und Berechnungen über Vermehrung und Verbreitung der Lebewesen mit Anwendung auf Stechmückenfragen. Archiv Hydrobiol. 14, 726—740.

— — (1923b) Theoretisches zur Bestimmung der Lebensdauer von Schädlingen (auf Grund der Anophelesuntersuchungen von Schüffner und von Grassi). Zeitschr. f. angew. Entomologie 9, 133—146.

— — (1931) Zur Terminologie in der Lehre vom Massenwechsel der Organismen. Zeitschr. f. angew. Entomologie 18, 440—459.

Michal, K. (1931), Die Beziehung der Populationsdichte zum Lebensoptimum und Einfluß des Lebensoptimums auf das Zahlenverhältnis der Geschlechter bei Mehlwurm und Stubenfliege. Biolog. General. 7, 631—646.

Park, Th. (1933, 1934, 1936), Studies in population physiology II, III, VI. J. Exp. Zoöl. 65, 17—42; 68, 167—182; 73, 393—404.

Pearl, R., und Reed, L. J. (1920), On the rate of growth of the population of the United States since 1790 and its mathematical representation. Proc. Nat. Acad. Sc. 6, 275—288.

— — (1922) A further note on the mathematical theory of population growth. Proc. Nat. Acad. Sc. 8. 365—368.

Pearl, R., und Parker, S. L. (1922), On the influence of density of population on the rate of reproduction in Drosophila. Proc. Nat. Acad. Sc. 8, 212—219.

Pearl, R. (1928), Experiments on longevity. Quart. Rev. Biol. 3, 391—407.

— — (1930) „The biology of population growth". New York, Knopf. 260 S.

— — (1932) The influence of density of population upon egg production in *Drosophila melanogaster*. J. Exp. Zoöl. 63, 57—84.

Rammer, W. (1933), Einwirkungen der Übervölkerung auf *Daphnia pulex*. Zoolog. Anzeiger 101, 41—43.

Richards, O. W. (1928), Potentially unlimited multiplication of yeast with constant environment, and the limiting of growth by changing environment. J. Gen. Physiol. 11, 525—538.

Robertson, T. B. (1923), The chemical basis of growth and senescence. Monogr. Exp. Biol. S. 81.

Roubaud, E., und Toumanoff, C. (1930), Intoxications d'encombrement, chez les larves de *Culex vivant* en milieu non-renouvelé. Bull Soc. Path. exot. 23, 978—986.

Roubaud, E. (1931), Sur l'autogénese chez *Culex pipiens*. Bull. Soc. Path. exot. 24, 384—387.

Roubaud, E., und Treillard, M. (1934), Influence de la nourriture larvaire sur le développement et le comportement agressif des anopheles. Bull. Soc. Path. exot. 27, 461—467.

Rugh, R. (1934), The space factor in the growth rate of Tadpoles. Ecology 15, 407—411.

Schmalhausen, J. (1929), „Zur Wachstumstheorie". Arch. Entw. mech. 116, 567—603.

Schwerdtfeger, F. (1934), Studien über den Massenwechsel einiger Forstschädlinge. III. Untersuchungen über die Mortalität der Forleule (*Panolis flammea* Schiff.) im Krisenjahr einer Epidemie. Mitteil. aus Forstwirtsch. und Forstw. Hannover, Schaper.

— — (1935) Studien über den Massenwechsel einiger Forstschädlinge. II. Über die Populationsdichte von *Bupalus piniarius*, *Panolis flammea*, *Dendrolimus pini*, *Sphinx pinastri* und ihren zeitlichen Wechsel. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 63, 459 bis 482; 513—540.

Senior White, R. (1934), Three years Mosquito control work in Calcutta. Bull. Entomol. Res. 25, 551—596.

Smirnov, E., und Polejaeff, W. (1934), The density of population and the sterility of the females in the *Coccid Lepidosaphes ulmi* L. J. Anim. Ecol. 3, 29—40.

Smirnov, E., und Wiolovitsh, U. (1934), Über den Zusammenhang zwischen der Populationsdichte und Eierproduktion der Weibchen bei der Schildlaus *Chionaspis salicis* L. Zeitschr. f. angew. Entomologie 20, 415—424.

Smith, H. S. (1935), The role of biotic factors in the determination of population densities. J. Econ. Entomol. 28, 873—898.

Tate, P., und Vincent, M. (1936), The biology of autogenous and anautogenous races of *Culex pipiens* L. (Diptera : Culicidae). Parasitology 28, 115—145).

Titschak, E. (1936), Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß der Massenzucht auf das Einzeltier. Zeitschr. f. angew. Entomologie 23, 1—64.

Verhulst (1838), Notice sur la loi que la population suit dans son accroisement. Corresp. math. et phys. par A. Quetelet. 10, 113—121.

— — (1845) Recherches mathématiques sur „La loi d'accroissement de la population". Mem. l'Acad. roy. de Bruxelle 18, 1—38.

Vetulani, T. (1931), Untersuchungen über das Wachstum der Säugetiere in Abhängigkeit von der Anzahl zusammengehaltener Tiere. I. Beobachtungen an Mäusen. Biol. General. 7, 71—98.

Volterra, V., und d'Ancona, U. (1935), Les associations biologiques au point de vue mathématique. Actual. scient. et industr. 243, Exposés de Biométrie et de Statist. biol. Paris, Hermann u. Cie.

Weidling, K. (1928), Die Beeinflussung von Eiröhrenzahl und Eiröhrengröße einiger Dipteren durch Hunger im Larvalstadium mit einigen Beobachtungen über die Chaetotaxis der Hungertiere und über den Einfluß verschiedener physikalischer und chemischer Einwirkungen auf den Entwicklungsgang dieser Tiere (*Calliphora erythrocephala*, *Stegomyia fasciata* und *Anopheles maculipennis*). Zeitschr. f. angew. Entomologie 14, 69—85.

Weyer, Fr. (1934), Der Einfluß der Larvalernährung auf die Fortpflanzungsphysiologie verschiedener Stechmücken. Archiv f. Schiffs- und Tropenhygiene 38, 394—398.

— — (1935) Die Rassenfrage bei *Culex pipiens* in Deutschland. Zeitschr. f. Parasitenkunde 8, 104—115.

— — (1936) Einige Erfahrungen bei der Aufzucht von Stechmückenlarven. Zbl. Bakt. 1 Abt., 136, 111—116.

Woodhill, A. R. (1936), Observations and experiments on Aëdes concolor Taylor (Dipt. Culic.). Bull. Entomol. Res. 27, 633—648.

Yung, E. (1885), Influence du nombre des individus contenus dans un même vase, et de la forme de ce vase sur le développement des larves de grenouille. Compt. rend. des séanc. l'Acad. scien. 101, 1018—1020.

Zwölfer, W. (1930), Zur Theorie der Insektenepidemien. Biolog. Zentralbl. 50, 724—759.

— — (1932) Zur Lehre von den Bevölkerungsbewegungen der Insekten. Zeitschr. f. angew. Entomologie 19, 1—21.

(Ausgeführt mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft)

Rassenstudien an der roten Waldameise Formica rufa L. auf systematischer, ökologischer, physiologischer und biologischer Grundlage

Von

Karl Gößwald, Berlin-Dahlem

(Mit 9 Abbildungen und 3 Tabellen)

Inhaltsübersicht

Seite

A. Einleitung 63
B. Über Artunterschiede bei der roten Waldameise 63
I. Zur Systematik der roten Waldameise 64
1. Die drei Waldameisenarten 67
a) *Formica rufa rufa* Linné. α) Beschreibung. β) Synonyme. γ) Falsche Bezeichnungen. δ) Bemerkungen zur Nomenklatur. — b) *Formica rufa rufo-pratensis* Forel. b_1) *Formica rufa rufo-pratensis minor.* α) Beschreibung. b_2) *Formica rufa rufo-pratensis major.* α) Beschreibung. β) Synonyme. γ) Bemerkungen zur Nomenklatur
2. Die Wiesenameise *Formica rufa pratensis* Retz. 81
a) Synonyme 81
3. Weitere Artmerkmale 83
a) Ovarien. α) *Formica rufa rufa.* β) *Formica rufa rufo-pratensis minor.* γ) *Formica rufa rufo-pratensis major.* b) Größen- und Mengenverhältnisse
II. Zur Ökologie der Waldameisenarten 86
1. *Formica rufa rufa* 87
2. *Formica rufa rufo-pratensis minor* 88
3. *Formica rufo rufo-pratensis major* 88
4. Ökologische Erscheinungsformen 89
5. Zusammenfassung 90
III. Rassenstudien auf physiologischer Grundlage 90
1. Einfluß der Luftfeuchtigkeit 91
2. Verhalten der Ameisen unter der Einwirkung von Licht 92
IV. Zur Biologie der Waldameisenarten 95
1. Koloniegründung 95
2. Monogynie und Polygynie 96
a) Freilandbeobachtungen. α) *Formica rufa rufa.* β) *Formica rufa rufo-pratensis minor.* γ) *Formica rufa rufo-pratensis major.* b) Labora-

Seite

toriumsversuche. Königinnenzucht. α) *Formica rufa rufa.* β) *Formica rufa rufo-pratensis minor.* γ) *Formica rufa rufo-pratensis major*

3. Physogastrie und Eiablage 102
a) *Formica rufa rufa.* b) *Formica rufa rufo-pratensis minor.* c) *Formica rufa rufo-pratensis major*

4. Der Arbeiterinnenstand 103
a) Eiablage. α) *Formica rufa rufa.* β) *Formica rufa rufo-pratensis minor.* γ) *Formica rufa rufo-pratensis major.* b) Lebensalter. α) *Formica rufa rufa.* β) *Formica rufa rufo-pratensis minor*

5. Die Kolonien 105
a) Individuenreichtum. α) *Formica rufa rufa.* β) *Formica rufa rufo-pratensis minor.* b) Nester. α) *Formica rufa rufa.* β) *Formica rufa rufo-pratensis minor.* γ) *Formica rufa rufo-pratensis major*

6. Feinde 111
a) Tiere. b) Menschen

7. Zusammenfassung 115

V. Berücksichtigung der Artunterschiede bei der künstlichen Vermehrung . . 116

1. Königinnenzucht 116

2. Wahl des Standortes 116

3. Zusammenstellung der Ableger 117
a) *Formica rufa rufa.* b) *Formica rufa rufo-pratensis minor.* c) *Formica rufa rufo-pratensis major*

C. Schluß 120

Literaturverzeichnis 120

* * *

A. Einleitung

Die Bestrebungen, die rote Waldameise wegen ihres Nutzens zur Niederkämpfung von Forstschädlingen zu vermehren, haben eine eingehende Beschäftigung mit diesem Raubinsekt notwendig gemacht. Eine Reihe wichtiger Artunterschiede wurden hierbei erkannt. Diese Erkenntnis ergab die Notwendigkeit, die „rote Waldameise" einer systematischen Revision zu unterziehen. Die Artunterschiede sind zugleich von größter Bedeutung für die künstliche Vermehrung; sie decken ferner die Ursachen auf für das vielfache Mißlingen bisheriger Vermehrungsversuche und weisen ganz neue Wege zur Massenvermehrung und sind von allgemeinem biologischen und ökologischen Interesse.

B. Über Artunterschiede der roten Waldameise

Es gibt nicht nur eine rote Waldameise, sondern 3 Formen. Diese Formen sind systematisch nicht so leicht zu unterscheiden, um so ausgeprägter sind jedoch die Unterschiede in der Lebensweise. Die eine verfügt nur über eine einzige Königin, diese legt im Tag

bis 300 Eier, auch die Arbeiterinnen sind hier zur Eiablage befähigt, ihr Biotop sind vorwiegend dichtere Nadelwaldbestände und Laubwald. Die Einzahl der Königin, sowie die geringere Lichtdurchlässigkeit und Erwärmung des Standortes lassen eine Aufspaltung der Kolonie in viele Einzelnester unmöglich und unzweckmäßig erscheinen. Zur Wahrung des Wärmehaushaltes leben alle Tiere einer Kolonie in einem Nest zusammen. Eine zweite Form besitzt sehr viele Königinnen, bis 5000, in einem Nest. Nur die Königinnen legen hier Eier, bis 10 im Tag. Diese polygyne Art bewohnt vorwiegend lichtere Bestände und Wegränder. Die Polygynie und die dadurch bedingte außerordentlich hohe Vermehrungskraft führt zur Aufspaltung in viele Einzelnester, welche der Lage in lichteren und wärmeren Beständen entsprechend verhältnismäßig klein sind. Die dritte Form nimmt sowohl biologisch wie ökologisch eine Mittelstellung ein. Sie hat mehr als eine Königin, aber bei weitem nicht so viele wie die polygyne Ameise. Diese oligogyne Form bewohnt Waldränder, dringt aber auch in mäßig dichte Bestände ein. Die Nester können, dem Besitz einiger Königinnen entsprechend in Mehrzahl vorhanden sein, sie sind wegen der durchschnittlich geringeren Durchwärmung des Biotops größer als die der polygynen Form. Ökologische, biologische und physiologische Eigenschaften ergänzen sich auf das beste. Die Unterschiede sind von entscheidender Bedeutung für die Vermehrung der roten Waldameise und müssen daher als Grundlage eingehend dargelegt werden.

I. Zur Systematik der roten Waldameise

Als ich vor einigen Jahren (1933a) auf die Notwendigkeit einer Trennung der roten Waldameise in bestimmte, ökologisch verschiedene Rassen hinwies, ließ ich mich damals mehr von systematischen und geographisch-ökologischen Studien leiten (Gößwald 1932). Die neuen Ergebnisse sind eine eindeutige Bestätigung der Wichtigkeit einer genauen Festlegung der Artunterschiede. Die genaue systematische Kennzeichnung der Formen ist die Grundlage exakter biologischer Forschungen. Der äußere Habitus allein ist jedoch nicht immer so charakteristisch, daß sich eine Form eindeutig als Art festlegen läßt. Manchmal bestehen Zweifel, ob es sich um Arten, Rassen oder Varietäten handelt. So war es bisher bei der roten Waldameise. Abgesehen davon, daß in der Literatur eine Verwirrung durch Namensverwechslungen um sich gegriffen hat, war vor allem die Biologie der roten Waldameise zu wenig erforscht, um als Hilfsmittel bei der Festlegung des Artbegriffes zu dienen.

Bei wenig anderen Tieren läßt sich die Bedeutung von Artunterschieden so eindringlich erkennen, wie bei den sozialen Ameisen und speziell bei den Arten der roten Waldameise. Hier wird nicht das Einzelindividuum allein gewertet, sondern als Kriterium dient jeweils ein ganzes

Volk von Insekten, infolgedessen treten hier Rassenunterschiede in viel mannigfaltigerer Form auf. Die systematischen Merkmale beziehen sich nicht nur auf Männchen und Weibchen, sondern auch auf Arbeiterinnen, bzw. den zugehörigen vorimaginalen Stadien.

Bei einer Betrachtung von Artunterschieden erhebt sich die Frage nach den Grenzen zwischen dem Begriff Rasse, Unterart, Art, Gattung bzw. Untergattung. Je nach dem Gesichtspunkt, welcher einer Einteilung zugrunde liegt, scheinen verschiedene Wege berechtigt.

Eindeutig zu Recht besteht der Begriff der Gattung *Formica*. Als Typ der bereits aus Bernsteinfunden festgelegten vorwiegend circumpolaren Gattung *Formica* Linné kann *Formica rufa* L. betrachtet werden (Lamarck, Syst. An. sans. Vert. 268, Nr. 124, 1801). Latreille gibt *herculeana* (L.) F. und *rufa* L. als Typen an (Cous. Gen. Crust. Ins. 311, Nr. 441, 437, 1810); Curtis entschließt sich für *rufa* L. als Typ (Brit. Ent. 16 expl. Pl. 752, 1829); Westwood zitiert *fusca* L. als Typ (Mod. Class. Ins. 2. Syn. Gen. 83, 1840). Girard bezeichnet wieder *rufa* als Typ (Traité Élém. Ent. 2, 1011, 1879), ebenso Bingham (Faun. Brit. India Hym. 2, 333, 1903), desgleichen Wheeler (Ann. New York Acad. Sc. 21, 164, 1911 und ebenda 23, 79, 1913). Auch Donisthorpe (British Ants S. 281, 1927) schließt sich dieser Auffassung an.

Da die Arten der Gattung *Formica* unter sich sehr verschieden sind, sowohl systematisch, wie biologisch, kommt der Aufstellung von Untergattungen viel größere Bedeutung zu als die Anerkennung eines gemeinsamen Typs. Emery (1909) unterscheidet 2 Untergattungen: *Formica* und *Proformica*. Wheeler teilt die Gattung *Formica* in 5 Gruppen ein: *sanguinea*, *exsecta*, *rufa*, *microgyna* und *fusca* (Bull. Mus. Compar. Zool. 53, 381, 1913). Forel gibt der *sanguinea*-Gruppe den Namen *Raptiformica* mit *sanguinea* Latr. als Typ und der *fusca*-Gruppe den Namen *Serviformica* mit *fusca* L. als Typ (Ann. Soc. Ent. Belg. 57, 361, 1913). Karawajew (1936) erwähnt 3 Untergattungen: *Serviformica*, *Formica*, *Raptiformica*. Nach Stitz (1939, S. 306) werden 6 Untergattungen mit insgesamt 250 Arten (Rassen und Varietäten) unterschieden, von denen 4 Untergattungen für unser Gebiet in Betracht kommen: *Coptoformica* Müller, Bol. Soc. Adriat. Sc. nat. 28, S. 183, 1923 (mit *exsecta*, *suecia*), *Raptiformica* Forel (Ann. Soc. ent. Belg. 57, S. 361, 1913) (mit *sanguinea*), *Formica* Forel (Ann. Soc. ent. Belg. 57, S. 361, 1913) (mit *uralensis*, *rufa*, *truncorum*), *Serviformica* Forel (Ann. Soc. ent. Belg. 57, S. 361, 1913) (mit *fusca*, *rufibarbis*, *cinerea*, *gagates*, *picea*).

Biologisch betrachtet lassen sich 2 Hauptgruppen unterscheiden: a) mit selbständiger Koloniegründung (Sklavenformica, die hierher gehörigen Arten dienen anderen *Formica*-Arten als Hilfsameisen), b) mit abhängiger Koloniegründung (Herrenformica), von letzteren sind die *Raptiformica* zugleich Sklavenräuber, während die anderen (*Coptoformica*, *Formica*) sich vorwiegend nur zur Koloniegründung der Hilfs-

ameisen bedienen. Aber auch bei den Arten der *Coptoformica* und *Formica* ergeben sich so viele biologische Besonderheiten, daß wohl die Annahme einer polyphyletischen Entstehung der parasitischen Koloniegründung berechtigt ist.

Die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale der Untergattungen sind folgende: Allein bei der Untergattung *Raptiformica* ist der Clypeus in der Mitte des Vorderrandes ausgeschnitten. Bei *Coptoformica* ist der Hinterrand des Kopfes tief ausgerundet. Die übrigen besitzen weder am Clypeus noch am Hinterrand Ausschnitte. Bei *Serviformica* ist Geißelglied 6, 7 und 8 wenig dicker als 2 und 3, bei *Formica* ist Geißelglied 6, 7 und 8 viel dicker als 2 und 3. Ferner haben die wenig räuberischen und zum Teil sogar zur Flucht neigenden *Serviformica* einen etwa mit Thorax nur gleich breiten Kopf, während die anderen räuberischen *Formica*arten mit abhängiger Koloniegründung einen Kopf haben, der breiter ist als der Thorax. Man geht wohl nicht fehl, den größeren Kopf der Herrenformica mit den besser ausgebildeten Mandibeln und der stärkeren Kiefernmuskulatur in Zusammenhang zu bringen.

Die Arten der Untergattungen, welche in dem Zusammenhang mit den vorliegenden Untersuchungen stehen, sind eindeutig bestimmt. Hierher gehören: *Formica rufa* L., *Formica truncorum* Fabrizius 1804 (= *Formica truncicola* Nylander 1847), *Formica sanguinea* Latr. und *Formica exsecta* Nyl. Die *Formica rufa* baut bei uns die großen Haufen. Auf diese Art wird noch näher eingegangen werden. *F. truncorum*, welche sich durch gleichmäßig rote Farbe des Kopfes wie des Thorax auszeichnet, baut u. a. nur kleinere, oberflächliche Nester aus locker zusammengetragenen Vegetabilien. *F. sanguinea*, die blutrote Raubameise, welche durch ihren braunroten Rücken und ihren dreieckigen kleinen Ausschnitt am Clypeus gekennzeichnet ist, trägt nur wenig vegetabilisches Material zusammen, kann auch auf dieses verzichten und in reinen Erdnestern, oder in Erde unter Steinen oder in Holz leben. *F. exsecta*, eine kleinere Art, auffällig durch ihren hinten ausgeschnittenen langen Kopf und durch ihren rotgelben Thorax, lebt in kleinen Kuppelbauten aus feinen Vegetabilien, wie Grashalmen u. dgl. Im Vergleich zur *F. rufa* sind die anderen Arten individuenarm. Erstere kann bis etwa 500000 Individuen in einem Nest umfassen, die anderen Arten einige Tausend bis etwa 50000. Obwohl auch sie erheblich zur Niederhaltung von Forstschädlingen beitragen können, so verschwindet ihre Tätigkeit doch gegenüber der überragenden Bedeutung der roten Waldameise als Insektenvertilgerin. — Die *Formica rufa* ist also von allen die wichtigste, aber zugleich systematisch die schwierigste Art. Obwohl kaum über eine andere einheimische Art so viel geschrieben worden ist, wissen wir verhältnismäßig wenig Positives.

Bei den großen Haufen bauenden Ameisen im Wald ist zunächst zu unterscheiden zwischen der Art, die man als den Typ der Waldameise bezeichnete, also *Formica rufa rufa* L. und der Wiesenameise *Formica*

rufa pratensis Retz. Letztere kommt an Wald- und Wegrändern, selten auch im dichten Nadelwald vor, ist aber, wie der Name sagt, vorwiegend im offenen Gelände verbreitet. Diese beiden Ameisen, die als Arten charakterisiert werden mögen, wurden bisher bereits gut unterschieden, wenn man von einigen Namensverwechslungen in an sich guten Arbeiten absieht. *Formica rufa pratensis* kommt aus ökologischen Gründen für eine Verbreitung im Wald zu dem Zweck des Forstschutzes nicht in Frage. Sie wird daher nur in dem systematischen Teil der Arbeit zu dem Zweck der Unterscheidung behandelt.

Als Unterart kommt hinzu *Formica rufa rufo-pratensis* For. und zwar eine größere und kleinere Form, von denen jede eine selbständige Rasse darstellt. Dazwischen gibt es Varietäten.

Ohne Kenntnis von Einzelheiten der Lebensweise einer Tierform ist die Entscheidung oft sehr schwer, ob eine Art, Unterart oder Rasse vorliegt. Die Lebensverhältnisse der in Frage stehenden Ameisen sind nun so grundlegend verschieden, daß der Begriff Unterart und Rasse die niederste Möglichkeit der Bezeichnung darstellt. Zur Übersicht der Artunterschiede sei auf Zusammenstellung S. 119 verwiesen.

1. Beschreibung der drei Waldameisenarten

Bei der Beurteilung der Artzugehörigkeit einer Population der roten Waldameise ist zu berücksichtigen, daß die Tiere des gleichen Nestes oft sehr erhebliche Größenunterschiede aufweisen. Die größten Individuen haben meist die hellste Rückenfärbung. Ferner sei erwähnt, daß Mischung zweier Arten in einer Kolonie vorkommt, etwa infolge Puppenraubes, Übernahme eines geschwächten Nestes und ähnlichen Ursachen. So berichtet bereits Wasmann (1907, S. 7), daß Königinnen der zwischen *rufa* und *pratensis* stehenden Variationen *rufo-pratensis* durch fremde *rufa*-Arbeiterinnen aufgenommen werden. Ferner trifft man manchmal in freier Natur in alten Kolonien von Ameisen der *rufa*-Gruppe Königinnen verschiedener Rassen beisammen. Aus diesem Grunde ist es dem Systematiker manchmal gar nicht möglich, aus einem übersandten Stück die Art der Kolonie zu bestimmen. Oft sagt ein Blick auf das Nest und seine Umgebung, auf das Durcheinander der Ameisen mehr, als eine exakte mikroskopische Untersuchung des Einzeltieres. Auch ohne Bastardierung der Kolonie könnten alle 3 verschiedene Unterarten oder Rassen und eine Menge Varietäten der roten Waldameise in einem Nest vorgetäuscht werden. Selten

Abb. 1. ♀ und ☿☿ von *F. rufa rufa* L. (a), *F. rufa rufo-pratensis major* (b) und *F. rufa rufo-pratensis minor* (c)

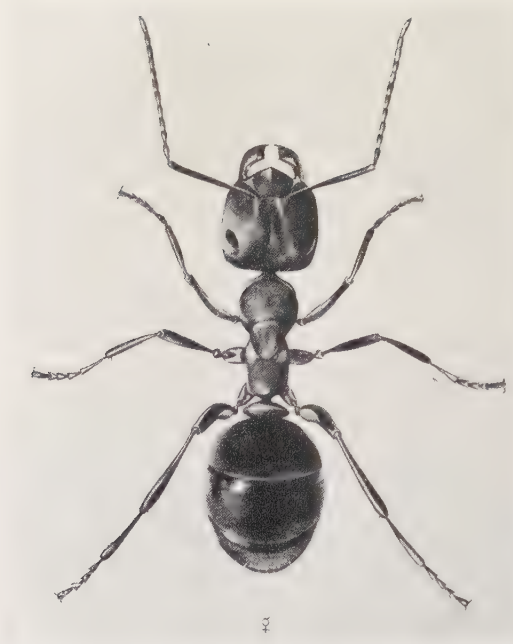


Abb. 2. Arbeiterin von *F. rufa rufa* L.

gibt es ganz eindeutig reine Kolonien. Die kleineren Bewohner eines Nestes von *F. rufa rufa* sehen oft so aus, wie die größeren im Nest der *F. rufa rufo-pratensis major* und die kleineren Individuen dieser Art entsprechen etwa der Durchschnittsgröße von *F. rufa rufo-pratensis minor* (vgl. Abb. 1). Dazu kommen gelegentlich Größenschwankungen als Folge besserer oder schlechterer Ernährung. Damit, daß man wegen des schlechten Unterscheidungsvermögens einfach von Varietäten spricht, ist gar nichts Positives gewonnen. Denn die biologischen Unterschiede sind zu einschneidend, um den Begriff Varietät zu rechtfertigen. Wenn man die Geschichte der Beschreibung der *Formica*-Gruppe verfolgt, dann ergibt sich hier ein großes Durcheinander, das in der Schwierigkeit der Artbestimmung begründet ist. Wenn ich nun im folgenden versuche, etwas Ordnung in der Systematik der roten Waldameise zu schaffen, so bin ich mir dessen bewußt, daß die Beobachtungen zu einer endgültigen Lösung noch viel zu geringfügig sind. Es müßten erst viel mehr Faunengebiete als bisher untersucht und verglichen werden. Es ist gar nicht ausgeschlossen, daß spätere Einteilungen anders ausfallen. Die Erkenntnis bio-

Abb. 3. Weibchen von *F. rufa rufa* L.

logischer Unterschiede, die für die bevorstehende praktische Vermehrung der roten Waldameise von ausschlaggebender Bedeutung sind, hat die Notwendigkeit geschaffen, schon jetzt die einzelnen Arten auch systematisch so gut zu trennen und zu kennzeichnen, als dies bisher möglich ist.

a) *Formica rufa rufa* Linné

Zur Orientierung über den äußeren Habitus der Ameisen und der einschlägigen Fachausdrücke sei das Studium von Fenger (1862) empfohlen. Die Beschreibung der *F. rufa rufa* gilt in wesentlichen Zügen auch für die große und kleine Form von *F. rufo-pratensis*, so daß von diesen nur das Unterscheidende hervorzuheben ist.

Abb. 4. Männchen von *F. rufa rufa* L.

Zunächst einige allgemeine Bemerkungen über Unterscheidungsmerkmale bei Ameisen, speziell bei den Waldameisenarten. Die Behaarung der Augen ist ein gutes Mittel zur Trennung der Wiesenameise von den Waldameisenarten. Die Behaarung von Kopf und Thorax ist ein unsicheres Merkmal. Besondere Kopfbildung, wie sie z. B. die *F. sanguinea* im Ausschnitt ihres Clypeus besitzt, sind bei den Waldameisen nicht nachzuweisen. Die Farbe ist nicht immer bei allen Individuen der gleichen Kolonie konstant. Stets ist hinzuzufügen, ob es sich um große, mittlere oder kleine Arbeiterinnen eines Nestes handelt. Die Körpergröße kann besonders bei den zwei Formen der *F. rufa rufo-pratensis* großen Schwankungen unterworfen sein. Hier ist der Durchschnitt zu werten. Die folgende Beschreibung stellt noch keinen endgültigen Abschluß der Festlegung des Artbegriffes von *F. rufa rufa* und den anderen Rassen dar. Es handelt sich hier um eine so schwierige Art, daß die Vertreter aus möglichst viel Verbreitungsgebieten mit den modernsten

Mitteln der systematischen Forschung verglichen werden müssen. Zunächst seien die Hauptmerkmale hervorgehoben. Das Hauptgewicht muß noch auf ökologische und biologische Unterscheidungsmerkmale gelegt werden, die sehr ausgeprägt sind.

α) Beschreibung

Arbeiterin

Länge: 6—9 mm.

Kopf: Breiter als der Thorax, vom Clypeus bis Hinterrand gerechnet bei großen Arbeiterinnen so breit wie lang, bei mittleren und kleinen etwas länger als breit. Hinterrand gerade, Seiten annähernd gerade, zu den Ansatzstellen der Mandibeln am Ende gebogen, bei kleineren Arbeiterinnen etwas stärker nach vorn konvergierend, an den Occipitalecken stark abgerundet. Die Mandibeln sind breit, fein längs gestreift, weitläufig und fein punktiert, in der Regel 5—8zähnig, der Clypeus ist fein gerunzelt, mit mehr oder weniger deutlichem Kiel, vorn nicht ausgerandet. Die Stirnlamellen sind kurz und schmal. Der am Grunde gebogene Schaft des 12gliedrigen Fühlers reicht bis zum Hinterrand des Kopfes oder steht bis ein Viertel seiner Länge darüber hinaus, er ist am Geißelende dicker als am Grund. Die Geißel ist fadenförmig, die einzelnen Glieder sind zylindrisch, das letzte ist konisch zugespitzt. Gegen das Ende werden die Fühlerglieder etwas kürzer und dicker, ohne eine Keule zu bilden. Der Fühler ist im ganzen schmäler als bei den übrigen Waldameisenarten. Das Stirnfeld ist dreieckig, glatt, stark glänzend, Stirn, Scheitel, Wangen und Unterseite des Kopfes sind fein gerunzelt. Die stark ausgeprägte glatte Stirnrinne erstreckt sich vom Stirnfeld bis zum vorderen Punktauge. Die Netzaugen sind eiförmig, kahl, selten von einigen weißen Härchen besetzt. Die drei Punktaugen sind klein, manchmal zieht sich eine seichte Rinne von dem vorderen Punktauge nach rückwärts zum Hinterhauptloch.

Thorax: Fein gerunzelt. Pro- und Mesonotum in Seitenansicht sanft konvex. Die Pronotalfläche von oben gesehen breit oval, etwas länger als breit, die viel schmalere Fläche des Mesonotums längsoval, Naht zwischen Pro- und Mesonotum nur flach eingesenkt, zwischen Meso- und Epinotum dagegen starke Einschnürung, wodurch in Seitenansicht ein flacher stumpfer Winkel entsteht. Der Basalteil des Epinotums ist entweder kürzer als der abschüssige Teil oder ebenso lang. Basalteil und abschüssiger Teil gehen in einem abgerunndeten stumpfen Winkel auseinander.

Die Schuppe ist groß, von oben gesehen, die obere Hälfte breit, nach unten konvergieren die Seiten etwas, gelegentlich ist der obere Rand in der Mitte etwas eingebogen. Die Seitenansicht ist keilförmig, die Vorderfläche unten etwas konvex, die Hinterfläche gerade zum Abdomen abgeschrägt. Das Abdomen ist kurz, eiförmig, fein gerunzelt, nur der Hinterrand eines jeden Segmentes glatt und glänzend.

Die Beine sind mäßig lang (kürzer als bei *truncicola*) und sparsam beborstet.

Farbe: Braunrot, glanzlos. Fühler, meist Stirnfeld, Stirn, Scheitel, Hinterhaupt, Hinterleib, mit gelegentlicher Ausnahme eines kleinen Fleckes am Grunde und des Anus, ferner Beine schwarzbraun. Einlenkung der Fühler und Beine braun bis rotbraun. Clypeus oft mit dunklem Längsstreifen in der Mitte. Pronotum bei großen Arbeiterinnen meist ganz braunrot, gelegentlich mit kleinem schwarzbraunem Fleck, der jedoch die Pronotumsnaht nicht erreicht. Bei mittleren Arbeiterinnen gelegentlich auch auf Mesonotum kleiner bräuner isolierter Fleck, bei kleinen Arbeiterinnen mitunter beide Flecke ineinander übergehend. Schuppe braunrot, manchmal mit schmalem oder breiterem Oberrand.

Behaarung: Augen kahl (vgl. oben), Körper mit reichlicher feiner Pupescenz. Auf Kopf und Thorax zerstreut kurze abstehende Borsten, auf Abdomen dichtere Behaarung, längere Borsten auf der Unterseite des Kopfes, Vorderrand des Clypeus, auf Mandibeln, Coxen, Ende der Gaster. Wenige schräg abstehende Borsten auf der Beugseite der Tibien.

Weibchen

Länge: 10—11 mm.

Kopf: Ähnlich wie bei großen Arbeiterinnen, hinten nicht ausgebuchtet, kaum breiter als der Thorax. Fühler den Hinterrand des Kopfes um etwa ein Viertel überragend. Oberkiefer längsgerunzelt, grob punktiert. Clypeus gekielt, runzelig, längsgestreift, glanzlos. Stirnfeld stark glänzend und glatt. Stirnlamellen kurz. Stirn, Scheitel und Wangen längsgerunzelt. Stirnrinne deutlich vom Stirnfeld bis zum mittleren Punktauge. Nestaugen flach, meist kahl, selten mit vereinzelten Borsten. Punktaugen mäßig groß.

Thorax: In Seitenansicht Pronotum vorn steil abfallend, Epinotum oben flach gerundet, im weiteren Verlauf gerade und schräg abfallend. Der Thorax ist fein gerunzelt, glanzlos, bloß das Schildchen wenig oder stark glänzend.

Schuppe: Groß, oben öfter etwas ausgerandet, im übrigen wie bei der Arbeiterin.

Abdomen: Kugelig, bei jungen Weibchen verhältnismäßig klein, bei Eier legenden Weibchen außerordentlich stark aufgebläht (vgl. Abb. 5). Stark schwarz metallisch glänzend, mit feinen Punkten zerstreut besetzt.

Beine: Mit feinen anliegenden Härchen, besonders die Tibien und Tarsen dicht bekleidet.

Vorderflügel: Bis über die Mitte bräunlich getrübt.

Farbe: Kopf rotbraun, Mandibeln etwas dunkler rotbraun, Clypeus in der Mitte mehr oder weniger ausgedehnt bebräunt. Stirn und Scheitel braunschwarz. Thorax rot. Oberrand des Pronotums, Scutum und Scutellum dunkel schwarzbraun. Schuppe und Beine rot, die Tibien und Tarsen dunkler, Basis des Abdomens bisweilen mit rotem Fleck.

Behaarung: Feine Pupescens, besonders reich an Fühlerschäften und Beinen. Abstehende Behaarung kurz und sparsam, auf dem Abdomen fehlend.

Männchen:

Länge: 10—11 mm.

Kopf: Schmaler als der Thorax, breiter als lang, Hinterrand stark konvex, Seiten vor den Augen stark konvergierend. Mandibeln ziemlich schmal, gerunzelt, mit einem vorderen großen, spitzen, aber flachen Zahn, weitere Zähne gelegentlich schwach angedeutet. Clypeus gewölbt, vorn ganzrandig, ungekielt oder mit nur schwacher Andeutung eines Kieles. Dreieckiges Stirnfeld scharf abgegrenzt, Stirn und Scheitel ziemlich fein gerunzelt, zum größten Teil glanzlos oder nur wenig glänzend. Stirnleisten ähnlich wie bei der Arbeiterin. Der Fühlerschaft überragt den Hinterrand des Kopfes um ungefähr die Hälfte seiner Länge. Augen sehr groß, Längsdurchmesser größer als ihr Abstand vom Vorderrand des Kopfes, sparsam behaart.

Thorax: Fein gerunzelt, Mesonotum glanzlos, übriger Thorax schimmernd, abschüssiger Teil des Epinotums glänzend. Pronotum in Seitenansicht nach vorn steil abfallend, Mesonotum flach, jedoch etwas stärker gewölbt als beim Weibchen. Epinotum oben flach gerundet, nach hinten steil abfallend.

Schuppe: Fast viereckig, niedrig dick, oben breiter, in der Mitte ausgerandet, fein gerunzelt und glänzend.

Abdomen: Oberseite fein verworren gerunzelt, schimmernd, der Grund eines jeden Segmentes sehr fein quer gerunzelt, glänzend, ohne anliegende Härchen, mit sehr sparsamen Punkten, aus denen Borstenhaare entspringen. Unterseite stark glänzend.

Beine mäßig lang und sparsam beborstet.

Flügel bis über das Randmal braun getrübt.

Farbe: Schwarz. Genitalanhänge, Beine, mit Ausnahme der Coxen und Femora, gelblich oder bräunlichrot. Mitunter sind die Beine gänzlich bräunlich.

Behaarung: Abstehende Behaarung dicht und kurz auf Kopf und Thorax, sparsamer auf Augen, Schuppe und Abdomen.

β) Synonyme

Die Synonyme wurden aus den Angaben verschiedener Autoren zusammengestellt.

Formica rufa rufa Linné

Formica rufa

Linné, Fauna Suec. 1721, 962. Syst. Nat. Ed. 7, '10, Bd. 1, 1758, 580.
Scopoli, Entom. carniol. Insecta 1763.
De Geer, Mém. Hist. Ins. 1771, **2**, p. 1053, p. 1, 41, 42, fig. 1—11.
Fabrizius, Syst. Ent. 1775, S. 391. Spec. Ins. 1781, **1**, S. 489.
Schrank, Enum. Ins. Austr. 1781, 824. Need. Mém. Brux. 11.
Fourcroy, Entom. paris. 1785, **2**, 451—453.
Fabrizius, Mant. ins. 1787, **1**, S. 308.
Rossi, Faun. etrusc. syst. 1790, **2**, 11, 143, 836.
Olivier, Hist. nat. 1791, **6**, S. 487.
Fabrizius, Ent. syst. 1793, **2**.
Latreille, Essai hist. fourm. France 1798, p. 39 ☿, ♀, ♂.
Latreille, Hist. nat. fourm. 1802, p. 143, p. 5, fig. 28a, b, c, h.
Fabrizius, Syst. Piez. 1804, S. 398, ☿, ♀, ♂.
Latreille, Hist. nat. ins. 1805, **13**, p. 255.
Jurine, Méth. class. Hym. Dipt. 1807, **1**, 272.
Latreille, Gen. Crust. ins. 1809, **4**, p. 126.
Curtis, British Ent. 1829, **16**, tab. 752.
Lepeletier de Saint-Fargeau, Hist. nat. Ins. Hym. 1836, 1, 201.
Zetterstedt, Ins., Lapp. 1840, 449.
Smith, F., Habits British Ants. 1842, 3, S. 151—154.
Nylander, Adn. Mon. Form. bor. Eur. 1846, 2. 902, Tafel 18, fig. 16, ☿, ♀, ♂.
Smith, F., Ess. Gen. Spec. Brit. Form. 1854, Ser. 2, III, ☿ ♀ ♂, S. 95—135.
Nylander, Syn. Form. France Alg. 1856, Ser. 4. **5**, S. 60, tab. 3, fig. 3.
Smith, F., List Brit. Anim. Brit. Mus. 1858, pt. 6, p. 3.
Förster, Hym. Stud. I. Form. 1850, **6**, 13, ☿ ♀ ♂.
Schenk, Beschr. nass. Am. 1852, **8**, S. 23, 136.
Mayr, Form. austr. V. 329, 1855. Progr. Realsch. 1856, p. 9, ☿.
Meinert, Bidr. danske Myrers Naturhist. 1860, 5, p. 39, 275—340.
Mayr, Europ. Form. 1861, 45—48.
Forel, Fourm. Suiss. 1874, 26, 50, 52, 55, 57, 364, ☿ ♀ ♂.
Forel, Bull. Soc. Vaud. Sci. nat. 1875, ser. 2, **14**, p. 57, 59.
Saunders, Syn. Brit. Heterogyna Foss. Hym. 1880, ☿ ♀ ♂, 201 u. f.
André, Spec. Hym. Eur. Alg. Fourm. 1881, 2. S. 184, 187, 189, tab. 1, fig. 2, Tab. 9, fig. 14—16 u. S. 5.
Lubbock, Ants, bees, wasps 5. Aufl., 1882, S. 441, taf. 2, fig. 5, ☿.
Nassonov, Ges. naturh. Ent. Leningrad 1889, **58**, S. 17, 63, 64.
Dalla Torre, Catal. Hym. 1893, **7**, S. 206—209.
Ruszky, Form. Rossici 1905, S. 320, Abb. 59—62.
Emery, Paläarkt. Form. 1909, S. 184, 185.
Wheeler, W. M., Paläarkt. Form. 1913. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard 53, S. 390, 393, 425.
Donisthorpe, Brit. Ants. 1915, S. 245, fig. 37.
Forel, Fauna Ins. Helvet. Formicid. 1915, S. 56, 59, 60.
Emery, Paläarkt. Form. 1916. Bull. Soc. Ent. Ital. vol. 47, p. 255, fig. 86.
Bondroit, Fourm. France 1917/18. Bull. Soc. Ent. France.
Bondroit, Fourm Fr. Belg. Bull. Soc. Ent. France 1918. Ann. Soc. Ent. Fr. **87**, S. 55.

Soudek, Mravenci 1922. Cechoslovensko rep. Brno S. 75, 76, 77, fig. 34, 4, 10. ☿ ♀ ♂.
Donisthorpe, Brit. Ants. 1927, S. 286—288.
Karawajew, W., 1926. Arb. phys. math. Abt. der Ukrain. Akad. Wiss. 4, 282, 283, ☿ ♀ ♂.
Alpatov und Arnoldi, Insektenbest.buch von Philipp. 1928. S. 718.
Gößwald, Künstl. Verbr. der roten Waldameise 1933.
Karawajew *(Formica rufa rufa)*, Form. Ukrainae. Acad. des science d'Ukraine 1936, S. 238—244.

Weitere Bezeichnungen für *Formica rufa*

The Hill ant. Gould. English Ants. 1747, 838.
ferruginea, Rostameise, Tannenameise Christ. Naturgesch. d. Ins. 1791, S. 512, Tab. 60, Fig. 10.
dorsata Panzer, Faun. Ins. Germ. Vol. 5, fasc. 54, tab. 1, 1798, ♀.
dorsata v. d. Hooven, Bijdr. naturk. vet. 1826, 1, S. 441.
Fourmi fauve dos rouge Huber, Rech. moers Fourm. ind. Paris et Geneve 1810, S. 320.
lugubris Zetterst., Ins. Lapp. 449, ♂, 1838 und Nyl. Adn. p. 902, 5, ♂ ♀ ☿.
obsoleta Zetterst. u. Nyl., Ins. Lapp. vol. 1, 449, 5, ♀ ☿, 1838.
major Nylander und Forel, Nyl. 1848. Addit. adn. Mon. Form. bor. Eur. III, 25—48.
polyctena Först. und Rog., Hym. Stud. I, 1850, ☿ ♀ ♂, 5.
polyctena Schenck, Beschr. nass. Am, 1852, 8, p. 25, 137, ☿ ♀ ♂, Forts. S. 5.
polyctena Schenck, Nass. Ameisen 1853/54, 14, S. 160.
polyctena Schenck Stitz., 1939, Am. S. 339.
truncicola Först. (nec. Nyl.), Hym. Stud. Form. 1850, 1. 21, ☿.
piniphila Schenck, Jahrb. Ver. Naturk. Nassau 1852, **8**, 28 und 138, ☿ ♀ ♂.
piniphila Bondroit, Bull. Soc. Ent. Fr. p. 174, 175, 1917.
piniphila Bondroit, Ann. Soc. Ent. Fr. vol. 87, p. 57, 1918.
rufa var. *piniphila* Forel, Fauna ins. Helv. Form. p. 57, 59, 60, 1915.
rufa rufa var. *piniphila* (= *rufo-pratensis*) Soudek Mravenci, Ceskoslovenske republ. Brno. p. 75, 79, 1922.
rufa var. *piniphila* Stitz., Ameisen 1939, S. 338.
apicalis Smith, Cat. Brit. Mus. 1858, vol. 6. Formicidae 168, 49, ♀.
Fourmi fauve (*Formica rufa* et *pratensis*) nach Ebrard (1861). Observ. Fourm.
Lasius emarginatus Fabrizius, Syst. Piez. 1804, S. 416, ♂. Roger Berl. E. Z. 1862, S. 287, Vol. 6.
rufa var. *nuda* Karawajew, W., Arb. naturtechn. Abt. Ukrain. Akad. d. Wiss. Nr. 15, 1930, S. 148.

γ) Falsche Bezeichnungen

Wie *F. rufa* zum Teil mit falschen Gattungsnamen in der Literatur belegt ist (z. B. *Lasius emarginatus*), so kommt es auch vor, daß mit *F. rufa* eine ganz andere Ameise genannt ist. So stellt Roger (1859, S. 236) fest, daß die *rufa* von Losana sich wohl auf *Formica* (*Serviformica*) *cunicularia* bezieht. Unter seiner *cunicularia* verstand Losana wahrscheinlich zum Teil die *rufa*, zum Teil die *congerens*. André (1881, S. 7) führt die *F. rufa* von Losana unter *F. rufibarbis* an, ebenso die *F. cunicularia*.

Nach Forel (1874, S. 96) ist *Camponotus herculeanus* i. sp. Linné von Linné auch als *F. rufa* bezeichnet worden. Ferner ist nach gleichen

Angaben die *F. rufa* Wood nicht die Waldameise, sondern *Camponotus ligniperdus* Latreille.

Nach Wasmann (1929) ist die *Formica rufa pratensis* in Wellensteins (1928) Beiträge zur Biologie der roten Waldameise (*F. rufa* L.), mit besonderer Berücksichtigung der klimatischen und forstlichen Verhältnisse nicht die Wiesenameise, sondern *F. rufa, rufo-pratensis* De Geer. Das gleiche dürfte für die Veröffentlichung von Eidmann (1926) gelten. In diesen sonst sehr guten Arbeiten kann es sich nur um Namensverwechslungen handeln, da die Verhältnisse für die rote Waldameise *F. rufa rufo-pratensis* For. völlig richtig dargelegt sind.

δ) Bemerkungen zur Nomenklatur

Die systematische Verschiedenheit der unter dem Namen *F. rufa* zusammengefaßten Formen ist schon vor langen Jahren aufgefallen. Bereits Latreille (1802, S. 143 u. f.) äußert sich hierzu:

„Cette éspèce etant fort repandue dans toute l'Europe, il 'nest pas surprenant que sa synonymie soit très-considérable.

1. Je ne crois pas que la fourmi fauve soit la formica de Rai. On peu en voir la raison à l'article de la fourmi ronge-bois. On a rapporté a l'herculanea la grande fourmi du naturaliste anglais, et il me paroit d'après ne qu'il nous apprend des habitudes de celle-ci, qu'il n'a pas connu cette *herculanea*, dont les moeurs ne sont certainement pas les mêmes.

2. Je cite Geoffroi avec doute, parce que cet auteur dit que sa fourmi brune à corcelet fauve, qu'il prend pour le *rufa* de Linné, est très commune dans les jardins. Or le *rufa* de Linné ne s'y trouve ordinairement pas, elle se tient de préférence dans les bois, où elle forme plus aisément ces habitations en forme de monticules, qui étonnent par leur grandeur. La fourmi de Geoffroi est probablement notre fourmi mineuse, ressemble en effet au *rufa*, mais qui est un peu plus petite, et qui est abondante dans tous les jardins. Le même naturaliste donne au corcelet de sa fourmi une couleur d'un fauve jaunâtre, ce qui n'est pas applicable à la fourmi fauve.

3. Nous ne citons pas les planches de Schaeffer, comme l'ont fait Linné et les autres entomologistes qui sont venus après lui. Il est bien clair que ces figures indiquent une fourmi à corcelet arque et continu (Elem. entom. tab. 64); or la fourmi fauve a le dos très-inegal. La forme et la grandeur de l'insecte des Schaeffer sont encore très différentes. Il a tous les caractères de notre fourmi ronge-bois, celle que le naturaliste Olivier regarde comme *l'herculanea* de Linné.

4. Nous supposons, avec les entomologistes, que l'espèce que nous allons decrire est le *rufa* de Linné. Il seroit cependent possible que ce fut son *herculanea*, et son *rufa* seroit alors notre fourmi mineuse."

Förster (1850, S. 2) bemerkt:

„Wie schwer die Bestimmung der Art in manchen Fällen werden kann, und auch bei dem jetzigen Standpunkt unserer Kenntnis von den Ameisen noch wirklich ist, davon liefert die *F. rufa* ein eklatantes Beispiel. Jeder Entomologe, der in den Ameisenkolonien wirtschaftet, getraut sich mit Sicherheit diese Art zu bestimmen. Es geht indes aus allen Angaben deutlich hervor, daß unter der *F. rufa* wer weiß wie viele Arten zusammengefaßt werden; darauf deuten schon die verschiedenen Angaben über die Lebensweise dieser Art hin; denn einmal wird gesagt, sie lege ihre Kolonien zwar vorzugsweise in Nadelholzwaldungen an, mitunter aber auch unter Laubholz, meist bilde sie große Haufen, jedoch auch kleine Kolonien, die sogar unter Steinen sich vorfinden

sollen. Diese verschiedenen Angaben beruhen sicherlich nur auf der Verwechslung mehrerer der *F. rufa* sehr nahe stehender Arten, die dem ungeübten Auge allerdings und namentlich dann, wenn man bloß die Arbeiter im Auge behält, als nicht verschieden erscheinen müssen, den genaueren Beobachter aber nicht täuschen können.

Aus der schönen Abhandlung von Nylander (Adnotationes in Monographiam Formicarum borealium Europae auctore William Nylander. Societ. exhib. den 9. Februar 1846) ersieht man, daß dieser Autor mehrere Arten kennt, welche der *rufa* äußerst ähnlich sind und auch ähnliche, aber nicht gleiche Haufen bilden. Diesem Manne gebührt das Verdienst, zuerst diese Arten von *F. rufa* getrennt und durch sichere Merkmale unterschieden zu haben. Man sehe in seiner Abhandlung zu diesem Zwecke die Beschreibungen von *F. dominula*, *congerens* und *truncicola* an. Auch hier in der Nähe von Aachen kommen wenigstens 3 Arten vor, welche große Haufen bilden, alle drei der *F. rufa* sehr ähnlich sind und in den Arbeitern schwer und nur nach einiger Übung zu unterscheiden."

Schenck (1852, S. 23) äußert sich folgendermaßen:

„Die *F. rufa* Ltr. enthält ohne Zweifel mehrere verwandte Arten in sich. Die *F. rufa* Nyl. habe ich weder hier, noch bei Dillenburg auffinden können. Förster beschreibt den Arbeiter und das Männchen nach Nylander, das Weibchen, welches er dazu setzt, gehört zu dem Arbeiter seiner *truncicola* (nicht *truncicola* Nyl.), welche Art er später nach einer brieflichen Mitteilung *piniphila* genannt hat. Von Herrn Prof. Kirschbaum erhielt ich aus der Gegend von Wiesbaden vier Arbeiter, aus einem Nest in und an einer hohlen Eiche, die mir zur *rufa* Nyl. zu gehören scheinen."

Mayr (1855) ist für eine Zusammenfassung der Varietäten:

„Obwohl man vor Nylanders Arbeit unter *F. rufa* mehrere weit verschiedene Arten verstand, so war es aber doch auch fehlerhaft, die Nylandersche *F. rufa* noch zu zersplittern, obwohl Nylander selbst nicht ganz sicher war, ob er seine *F. major* als eigene Art oder als Varietät soll gelten lassen. In neuerer Zeit ist er ebenfalls der Ansicht, daß die *F. major* bloß eine Varietät der *F. rufa* ist. Ich muß es aufrichtig gestehen, daß ich Hunderte von Exemplaren dieser Art aus den verschiedensten Ländern untersucht habe und doch lange in Zweifel blieb, ob die *F. major* Nyl., welche sich durch Vergleichung mit Originalexemplaren der Autoren mit der *F. piniphila* Schenck synonym erwiesen hat, eine eigene Art sei oder nicht, obwohl mir öfters Mittelformen in die Hand kamen, welche ich keiner Art zurechnen konnte. Nun habe ich mich teils durch Untersuchung eines reichen Materials, teils durch Beobachtung in der Natur, teils durch mir gütigst von den Autoren zugesandte Originalexemplare hinlänglich darüber belehrt und erfahren, daß die *F. rufa* Nyl., *F. polyctena* Först. und *piniphila* Schenck Synonyme sind."

Bei Meyer-Dür (1859, S. 39) lesen wir:

„Die fünf kleinen Arten *(rufa, piniphila, truncicola, congerens* und *sanguinea)* sind in allen älteren Werken noch als *F. rufa* zusammengezogen, sie sind jedoch artlich gut unterschieden, und leben in zahlreichen Kolonien unter gewaltigen Nadelhaufen auf allen lichten Stellen unserer Tannenwälder."

Nach Roger (1859, S. 236) darf Losanas *rufa* wohl mit Recht auf *cunicularia* Latr. bezogen werden. Seite 318 sagt Losana:

„La *rufa* e piu corta e nelle sue forme piu crassa della *cunicularia*, was gerade auf die echte *cunicularia* weist. Ferner heißt es da selbst: Che se la *rufa* col dorso testaceo ordinariamente abita ne boschi, la trovai anche ne luoghi campestri, wo die *rufa* nie lebt. Was aber vollends beweist, daß Losana unter seiner *rufa* die cunicularia Latr. verstand, ist, daß er S. 324 bei *Polyergus* bemerkt: jo rinvenni queste formiche in buon nuero in un vicolo campestre, miste colla *rufa*. *Polyergus rufescens* wird aber nur unter *cunicularia* und *fusca* nicht aber unter *rufa* gefunden.

Unter seiner *cunicularia* verstand Losana wahrscheinlich zum Teil die *rufa*, die ne boschi, zum Teil die *congerens*, die a lato delle vie e de vicoli erbosi wohnende Ameise."

v. Hagens (1868, S. 265) bemerkt hierzu:

„Von *F. rufa* L. sind *F. congerens* Nyl., *F. exsecta* Nyl., *F. truncicola* Nyl., *F. sanguinea* Latr. als unzweifelhaft selbständige Arten abgetrennt worden. Außerdem wurden *F. piniphila* Schenck und *F. polyctena* Förster als besondere Arten aufgestellt, aber von den ersten Ameisenkennern, den Herrn Mayr und Roger, wieder mit *F. rufa* L. vereinigt. Ungeachtet dieser Autoritäten blieb mir stets ein Zweifel, ob wirklich das unter *F. rufa* Zusammengefaßte eine einzige Art sei; mir war nämlich der Unterschied auffallend zwischen den Exemplaren der *F. rufa* aus Elberfeld und aus Düsseldorf; bei jenen war der Rücken und der vordere Teil des Hinterleibes deutlich mit Borstenhaaren besetzt, bei diesen hingegen unbehaart. In anderen Gegenden scheint vorzüglich die unbehaarte Form vorzukommen. Hier bei Cleve habe ich beide Formen aufgefunden, die unbehaarte südlich von Cleve im Sternbusch in zahlreichen Haufen, die behaarten nördlich von Cleve im Tiergarten in zwei großen flachen Haufen. Ich halte zwar die Behaarung keineswegs als sicheres durchgreifendes Unterscheidungsmerkmal für Ameisen, sondern glaube, daß Klima und andere Lebensverhältnisse auf eine stärkere Behaarung von Einfluß sein können: ich habe aber einen erheblichen Unterschied in der Lebensweise beider beobachtet, nämlich die merkwürdige Erscheinung, daß die behaarte Form der *F. rufa* nicht ihren Winterschlaf in ihrem Haufen hält, sondern im Herbst den Haufen verläßt und besondere Winterquartiere bezieht, die 2—3 Schritt vom Haufen entfernt in der flachen Erde ausmünden."

Karawajew (Form. Ukraine 1936) schreibt:

„Das Vorhandensein von sehr verschiedenen Übergängen zwischen den genannten Formen erlaubt uns nicht, dieselben als taxonomische Einheiten zu betrachten, weshalb sie nur als praktische Bezeichnungen der größeren oder geringeren Entwicklung der einen oder der anderen Merkmale erscheinen. In Anbetracht dieser Erwägungen stelle ich jetzt meine var. *nuda* aus Schweden, welche als Ausdruck einer beinahe vollständigen Abwesenheit von abstehenden Haaren gilt, als synonym zu *rufa*. Eine Reihe Formen von *rufa* aus Westeuropa habe ich in Anbetracht einer ungenügenden Kenntnis derselben ohne nähere Betrachtung gelassen. Der Rassenkreis *rufa* mit seinen Übergangsformen verdient in taxonomischer Beziehung ein spezielles biometrisches Studium auf Grund eines reichlichen Materials verschiedener Herkunft."

Die von Krauße (1929) aufgestellten Varietäten sollen nicht beachtet werden (vgl. auch Stitz 1939). Man könnte Dutzende von Varietäten der *F. rufa* aufstellen, wollte man sich von kleinlichen Gesichtspunkten leiten lassen. Dazu kommt, daß, wie schon erwähnt, die Schwankungen von Farbe, Beborstung usw. im gleichen Nest zu groß sind. Derartige Varietäten ohne jede biologische Begründung sind in dieser Arbeit ohne jede Bedeutung.

Eindeutig zu Recht besteht: *F. rufa rufa* L. (i. sp.), ferner *rufa rufo-pratensis* For. Forel (1874, S. 53) hebt die geringere Größe dieser Unterart hervor im Vergleich zu *F. rufa rufa* (Abb. 1), was mit meinen Beobachtungen übereinstimmt. Ferner ist die Färbung meist nicht so rein, auch das trifft für den Durchschnitt zu. Die ökologischen Angaben Forels decken sich insoweit mit meinen Feststellungen, als er sagt, daß diese Ameise sich an Lichtungen und Waldrändern findet und die

Nester eine Mittelstellung einnehmen (zwischen *rufa* und *pratensis*). Allerdings ist das Vorkommen nicht auf das Gebirge beschränkt. Aber auch *truncicola* hat man lange Zeit als eine vorwiegend alpine und subalpine Art bezeichnet, und ich habe beide Formen oft nebeneinander in den Kiefernwäldern der Provinz Brandenburg gefunden (über *truncicola* und *exsecta* vgl. K. Eckstein 1937). Die Bezeichnung der *F. rufa rufo-pratensis* als vorwiegend in den Bergen vorkommend, spricht also nicht gegen die Indentität mit der im Flachland gefundenen Art.

Die von Förster aufgestellte Kennzeichnung der *F. polyctena* (Unterschiede in der Länge der Basalfläche des Epinotums) wird durch Forel wegen der Inkonstanz dieser Erscheinung nicht anerkannt.

Die *F. piniphila* von Schenck ist ausgezeichnet durch reichlichere Behaarung des Thorax, der Schuppe und des Hinterleibes. Diese Ameise wird von Forel zu seiner *rufo-pratensis* gestellt. Ich habe gelegentlich solche Exemplare angetroffen, ohne daß bisher besondere biologische Merkmale, wie bei den anderen Formen, vorzufinden gewesen wären. Immerhin ist zu bemerken, daß die in dieser Arbeit mit „*minor*“ und „*major*“ näher bezeichneten *rufo-pratensis* beide nur sehr schwach und kurz abstehend behaart sind und infolgedessen nichts mit *piniphila* zu tun haben. Wie Forel von seiner *rufo-pratensis* angibt, neigt diese Form in Behaarung mehr zu *rufa rufa* und in Färbung mehr zu *rufa pratensis*. Die Beschreibung von Forels *rufo-pratensis* paßt am besten auf meine *rufo-pratensis*. Ein Unterschied (bzw. eine Aufteilnng) kann und muß nur wegen der Durchschnittsgröße der Arbeiterinnen im gleichen Nest und wegen anatomischer (Zahl der Eiröhren) und biologischer (Zahl der Königinnen, Nester) Besonderheiten gemacht werden (vgl. Tab. S. 119). Ich schlage daher vor, den von Forel als ersten gut begründeten Namen *rufo-pratensis* For. beizubehalten unter besonderer Kennzeichnung der Unterart durch ein hinzufügendes *major* und *minor*, große und kleine Form. Eindeutige systematische Merkmale, welche die kleinsten und größten Individuen der einen oder anderen Form gleichmäßig betreffen, so daß diese außerhalb des Nestverbandes eindeutig äußerlich bestimmt werden kann, wurden bisher nicht festgestellt. Die Trennung muß jedoch wegen einschneidender biologischer Unterschiede durchgeführt werden.

Die etwaige Annahme, daß die Kolonien in jüngerem Zustand mehr Königinnen und mehr kleine Arbeiterinnen haben als die älteren, scheidet nach meinen Beobachtungen aus. Man könnte wohl unter Hinblick auf die Verhältnisse bei anderen Arten sagen: Die Erstlingsarbeiterinnen einer jungen Königin pflegen unabhängig von der Ernährungsweise bedeutend kleiner zu sein als die später aufgezogenen, ferner je größer die Arbeiterinnen, desto heller die Färbung, und dann folgern: Wenn in einem Nest ständig junge Königinnen adoptiert werden, so daß sich ihre Zahl auf einige Tausend erhöht, dann ist auch die Wahrscheinlichkeit einer

Aufzucht von vielen kleineren Arbeiterinnen größer, infolgedessen erreicht die Durchschnittsgröße der Arbeiterinnen in polygynen Nestern einen geringeren Umfang als in monogynen. Dieser Faktor mag wohl mitbestimmend sein. Ganz befriedigend ist eine derartige Erklärung jedoch nicht. Denn gleich kommt die zweite Frage: Warum in einem Fall immer viel Königinnen, im anderen wenig und im dritten nur eine einzige, wobei die Zahl der Königinnen nicht der Einwirkung äußerer Umstände überlassen bleibt, sondern durch fest verankerte Instinkthandlungen der Arbeiterinnen fixiert ist (vgl. Tötung junger begatteter Königinnen aus dem eigenen Nest bei *F. rufa rufa* im Gegensatz zu *F. rufa rufo-pratensis*, kleine Form).

b) *Formica rufa* var. *rufo-pratensis* Forel 1874

F. rufa rufo-pratensis wird von Forel als Variation bezeichnet. Auf Grund der vorliegenden biologischen, ökologischen und physiologischen Ergebnisse darf wohl *F. rufo-pratensis* als Unterart bezeichnet werden, die eine kleine polygyne und eine große oligogyne Rasse enthält.

b_1) *Formica rufa rufo-pratensis minor*

Hiermit sei die polygyne kleine Form von *rufo-pratensis* bezeichnet.

a) Beschreibung

Arbeiterin

Es hat keinen Zweck alle Merkmale zu wiederholen, die auch für die bereits beschriebene *rufa rufa* gelten. Es soll nur das Bemerkenswerte für diese Rasse hervorgehoben werden.

Länge: 4—7 mm.

Kopf: Verhältnismäßig kleiner und schmäler, weniger ausgedehnt rot gefärbt. Augen nicht behaart oder nur mit mikroskopisch kleinen weißen Härchen zerstreut besetzt.

Thorax: Farbe: Das Rot matter, bei kleinen Arbeiterinnen nur schmutzig braunrot. Ausgedehnter brauner Fleck auf dem Rücken, der sich ohne Unterbrechung von Pronotum bis einschließlich Mesonotum erstreckt. Dieser braune Fleck nicht sehr scharf abgegrenzt.

Schuppe: Basis rot, Oberrand oft sehr breit dunkel gefärbt.

Abdomen: Schwarzbraun.

Beine: Mäßig lang, schwarzbraun, um die Einlenkungsstellen oft rotbraun.

Behaarung: Im ganzen sehr schwach abstehend behaart im Gegensatz zu *pratensis*.

Weibchen

Länge: 9—10 mm.

Sonst bisher keine besonderen Merkmale. Abdomen nicht matt, wie bei *pratensis*, sondern glatt und glänzend. Das gleiche gilt auch für die große Form von *rufo-pratensis*, deren Weibchen nur unbedeutend größer sind und zwischen 9 und 10,5 mm schwanken.

b_2) *Formica rufa rufo-pratensis major*

Mit diesem Namen sei die große oligogyne Form von *rufo-pratensis* benannt. In früheren Arbeiten habe ich die beiden Rassen mit „großer“ bzw. „kleiner“ Form bezeichnet.

Arbeiterin

Länge: 5—8 mm.

Kopf: Bisweilen sehr kräftig, ähnlich wie bei *rufa rufa*, die kleinen Arbeiterinnen jedoch mit verhältnismäßig kleinem und schmalem Kopf.

Thorax: Farbe: Grundton ähnlich braunrot wie bei *rufa rufa*, bei kleinen Exemplaren weniger deutlich, mehr in ein Schmutzigrotbraun übergehend. Fleck auf dem Rücken deutlicher begrenzt als bei der kleinen Form.

Schuppe: Rotbraun oder mit dunklem Rand.

Abdomen: Schwarzbraun.

Beine: Schwarzbraun, mit roten bzw. braunen Einlenkungsstellen.

Behaarung: Im ganzen mäßig abstehend behaart. Augen kahl oder mit nur mikroskopisch kleinen weißen Härchen schwach besetzt.

Weibchen

Vgl. bei *F. rufo-pratensis minor*.

Männchen

Bei den Männchen sind kaum Unterschiede festzustellen. Die Genitalanhänge sind noch nicht systematisch untersucht.

β) Synonyme

F. rufa var. *rufo-pratensis* Forel, Fourm. Suiss. 1874, S. 53, 56, ☿ ♀.
F. rufa var. *rufo-pratensis* Emery, Paläarkt. Formic. 1909, S. 186.
F. rufa var. *rufo-pratensis* Wheeler, Rev. Gen. Formica. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard 1913, 53, S. 427.
F. rufa var. *rufo-pratensis* Donisthorpe, Brit. Ants. 1927, S. 262.
F. rufa var. *rufo-pratensis* Emery, Faun. Ent. Ital. Hym. Form. 1915, 259, 264.
F. rufa var. *rufo-pratensis* Forel, Fauna Ins. Helvet. Formicid. 1915, S. 58.
F. rufa var. *rufo-pratensis* Emery. Bull. Soc. Ent. Ital. 1916, **47**, S. 256, ♀.
F. rufa var. *rufo-pratensis* Stitz, Ameisen 1939, S. 338.
F. polyctena Förster = (*rufo-pratensis*? nach Forel 1874).
F. piniphila Schenck = (*rufo-pratensis*? nach Forel 1874).
F. polyctena Bondroit, Bull. Soc. Ent. Fr. 1917, p. 174, 175.
F. polyctena Bondroit, Ann. Soc. Ent. Fr. 1918, vol. 87, p. 57, ☿ ♀ ♂.
F. rufa var. *polyctena* Forel, Fauna Ins. Helvet. Form. 1915, p. 58—60, ☿ ♀ ♂.
F. rufa rufa var. *polyctena* Soudek, Mravenci. Ceskoslavenske republ. Brno 1922, p. 73, 79.

γ) Bemerkungen zur Nomenklatur

Vielfach wird *F. rufa rufo-pratensis* als Zwischen- bzw. Übergangsform von *F. rufa rufa* zu *F. rufa pratensis* betrachtet. Forel bemerkt dazu 1874, S. 53:

„Ces formes ont parfois un caractère un peu particulier, sont plus petits que les formes typiques, ont les couleurs moins nettes etc. Elles se trouvent dans les clairières, au bord des bois et surtout dans les montagnes. Elles tiennent ordinairement plutôt de la *Formica rufa* pour les poils et de la *Formica pratensis* pour la couleur. Il y a aussi des fourmilières intermédiaires en tout point. Les différences dans sa longeur respective des faces du metanotum (*F. polyctena* Först.) n'ont aucune constance: elles varient énormément dans la même fourmilière."

Dem Urteil Forels schließt sich Emery an (1909):

„Nach der ungleichen Ausbildung der abstehenden Behaarung der Arbeiterinnen haben ältere Autoren mehrere Formen unterschieden: die mit fast borstenlosem Kopf und Thorax entsprechen der *F. rufa* Först. und *polyctena* Först.; reichlicher beborstete bilden

die *F. piniphila* Schenck. Letztere mag als die erste Stufe einer Reihe von Übergangsformen zu *F. pratensis* gelten, welche nach dem Vorgang Forels als: var. *rufo-pratensis* For. (Fourmis Suisse 1874, p. 53) bezeichnet werden mag. Arbeiterinnen, Weibchen und Männchen erweisen sich in allen ihren charakteristischen Eigenschaften (Farbe, Behaarung, Glanz der Gaster beim Weibchen usw., welche Eigenschaften in verschiedenen Weisen und Stufen miteinander kombiniert erscheinen) als vermittelnd zwischen *rufa rufa* und *rufa pratensis*."

Ferner vgl. Emery 1909, S. 188: „Von den paläarktischen Unterarten der *F. rufa* sind *rufa rufa* und *rufa pratensis* am engsten miteinander verbunden, wie das häufige Vorkommen von Zwischenformen beweist. Vermutlich entstehen solche infolge von Hybridismus, wofür aber bis jetzt keine tatsächlichen Beweise vorliegen."

Wasmann (1909, S. 13) schreibt: „*F. pratensis* ist durch Übergangsvarietäten (var. *rufo-pratensis* For.) mit *rufa* verbunden und wird seit 1874 (Forel) nur als eine Rasse von *F. rufa* betrachtet. Ob die Übergänge zwischen beiden Rassen auf direkter Variation oder vielmehr auf Kreuzung zwischen den reinen Rassen von *rufa* und *pratensis* beruhen, bleibt noch festzustellen. Ich neige eher zu der letzten Ansicht."

So viel steht fest, daß bisher zwischen den vier in Frage stehenden Formen keine scharf ausgeprägten äußerlichen Merkmale vorhanden sind. Ich selbst habe die eingesammelten Tiere noch nicht eingehend systematisch untersucht und halte eine abschließende Untersuchung erst nach einem reicheren Befund aus zahlreichen Verbreitungsgebieten für möglich. Der Streit, ob Variation bzw. Mutation vorliegt oder Kreuzung ist auch noch müßig. Versuche in dieser Richtung zur Lösung der Frage, ob Kreuzungen überhaupt möglich sind, sollten im Frühjahr 1940 durchgeführt werden, mußten jedoch vorläufig aus äußeren Gründen unterbleiben. Auf jeden Fall ist eine exakte Prüfung dieser Möglichkeit von großer Bedeutung: Es braucht nur auf das unterschiedliche biologische und ökologische Verhalten der Rassen hingewiesen zu werden, ferner auf die Tatsache, daß die drei Waldameisenrassen Forstschädlinge fressen, die Wiesenameise dagegen z. B. *Diprion pini* L. nicht angreift. Unter der Voraussetzung des Stattfindens von Kreuzungen der beiden Rassen könnte etwa auch die Eigenschaft, bestimmte Insekten zu erbeuten, verloren gegangen oder weniger gut ausgebildet sein. Dann dürfte bei künstlichen Massenvermehrungen zweckmäßig nur auf Stämme zurückgegriffen werden, die sich bereits in der Vernichtung von Schädlingen bei Massenbefall bewährt haben. Was nur den äußeren Habitus anbelangt, ist es wenig wahrscheinlich, daß die jetzt bestehenden Rassen oder „Übergangsformen" aus Kreuzungen hervorgegangen sind. Denn die Waldameisenrasse, welche der Wiesenameisenrasse am nächsten kommt, ist viel kleiner als die beiden Partner selbst. Das ist an sich kein unbedingter Beweis gegen die Annahme einer Kreuzung, aber auch andere biologische Erwägungen, wie die unterschiedliche Zahl der Königinnen, sprechen mehr für Mutationen. Die eine Möglichkeit muß jedoch nicht die andere ausschließen.

2. Die Wiesenameise *Formica rufa pratensis* Retz.

Da die Wiesenameise gar nicht zu selten nicht nur im offenen Gelände, sondern auch im Wald, mitunter mitten in der dichtesten Kiefernkultur vorkommt, ist eine Beschreibung dieser Art sehr angebracht, um zu verhindern, daß weitere Verwechslungen, wie bereits wiederholt geschehen, unterlaufen. Von dem Nichtspezialisten wird die im Wald angetroffene *F. rufa pratensis* ohne weiteres als rote Waldameise angesprochen. Da die Wiesenameise eine Reihe von Forstschädlingen z. B. *Diprion pini* L. im Gegensatz zur roten Waldameise meidet, ist durch derartige Beobachtungen am falschen Objekt von oberflächlichen Beobachtern schon viel Unheil angerichtet worden, indem diese Leute auf Grund ihrer unsachgemäßen Erfahrungen der roten Waldameise den Nutzen abstreiten.

Die Nester der *F. rufa pratensis* sind vielfach flacher gebaut als bei der roten Waldameise. Innerhalb gewisser Grenzen steigt die Höhe des Kuppelnestes mit der Beschattung des Standorts. Sämtliche von mir im Wald aufgefundenen *pratensis*-Nester waren in den bloßen Erdboden gebaut. Stets fehlte der Stubben (Strunk), der im Nest der roten Waldameise charakteristisch ist. Falls sich diese Beobachtung durch häufigere Befunde bestätigt, wäre hierin auch für den Laien ein leichtes Unterscheidungsmerkmal gegeben. Die Bauweise der Wiesenameise erklärt sich durch die vorwiegende Verbreitung dieser Art im offenen, zum Teil baumlosen Gelände.

Die Unterscheidung der Wiesenameise von der roten Waldameise bietet dem Systematiker sehr viel weniger Schwierigkeiten als die Trennung der Waldameisenarten selbst. Die Augen der Wiesenameise sind stark abstehend behaart und auch der übrige Körper reichlich beborstet. Der Fleck auf dem Rücken ist sehr intensiv schwarz und verläuft durchgehend vom Pronotum bis zum Mesonotum. Das seitliche Rot des Rückens ist intensiver (dunkler) und brillianter als bei der Waldameise. Der Gegensatz zwischen dem dunklen Fleck auf dem Rücken und den roten Stellen ist viel besser ausgeprägt als bei den anderen *rufa*-Arten. Die mir vorgelegenen Weibchen der Wiesenameise und Waldameise sind deutlich unterschieden, erstere hat ein matt schwarzes, letztere ein schwarz glänzendes Abdomen. Bei den *rufa*-Arten nimmt die Behaarung und Dunkelfärbung mit dem Licht des Standortes zu. Die dunkelste und bestbehaarte ist die Wiesenameise. Dann folgt die den Waldrand und lichte Stellen bewohnende *F. rufa rufo-pratensis*, kleine Form. Die größere Form dieser Art, welche bereits an weniger lichtem Standort vorkommt, ist heller auf dem Rücken, die *F. rufa rufa*, welche im dichtesten Wald verbreitet ist, sogar in Laubwald, ist am hellsten, ihre Augen sind stets unbehaart.

Synonyme

F. rufa pratensis

F. pratensis Goeze, Aus de Geer. Abh. Gesch. Ins. 1779, II, 320.

F. pratensis Retzius, Gen. und Spec. Ins. 1783, p. 75, ♀.

F. pratensis Roger, Verz. Formicid. 1863, p. 13.
F. pratensis Forel, Fourm. Suiss. 1874, S. 52, 55, 57, ☿ ♀ ♂.
F. pratensis André, Fourm. Europ. 1874, Ser. 3, II, p. 184.
F. pratensis Forel, Étud. Myrmecol. 1875, Ser. 2, 15, S. 184, 189, ☿ ♀ ♂.
F. pratensis Mayr, Fedtschenkos Turkestan. Formicid. 1877, p. 6.
F. pratensis André, Spec. Hym. Form. Europ. 1881, S. 183, 187, 189.
F. pratensis Lubbock, Ants, Bees, Wasps. ed. 1882, 5, p. 441.
F. rufa pratensis Forel, Étud. myrm. Ann. soc. Ent. Belg. 1886, 30, 136, 138.
F. pratensis Forel, Étud. myrmec. en 1886, 30, S. 136, 138.
F. pratensis Wasmann, Leb. Ameisengäste 1887, 31, S. 109.
F. pratensis Nassonov, W., Ges. naturf. Ent. Leningrad 1889, Bd. 58, S. 17, 63, 64.
F. pratensis Wasmann, Am. Holl. Limburg. Tijdschr. Ent. 1891, 34, 46, 47.
F. pratensis dalla Torre, Catal. Hymen. 1893, 7, p. 204.
F. rufa Rasse *pratensis* Saunders, Hym. Acul. 1896, 21.
F. pratensis Forel, Annales Mus. St. Petersburg 1904, 8, S. 385.
F. pratensis Forel, Zool. Jahrb. 1904, 7, 580.
F. rufa subsp. *pratensis* Ruzsky, Formic. Imper. Ross. 1905, p. 337.
F. pratensis Wasmann, Biol. Zentr. Blatt 1905, 25, 199, 200.
F. pratensis Wasmann, Zeitschr. wiss. Ins. biol. 1906, 2, 42
F. pratensis Wheeler, Journ. Psychol. Neurol. 1908, 13, 426, 427.
F. pratensis Wasmann, Arch. Trim. Inst. R. Grand-Ducal Luxemburg 1909, 13—18.
F. pratensis Emery, Deutsch. Ent. Zeitschr. 1909, p. 186, ☿ ♀ ♂.
F. pratensis Wheeler, Ants. 1910, 222, 445.
F. rufa subsp. *pratensis* Donisthorpe, Entom. 1911, 44, 390.
F. rufa subsp. *pratensis* Donisthorpe, Ent. Res. 1912, 24, 9.
F. rufa pratensis Wheeler, Bull. Mus. Comp. Zool. 1913, 53, 428, 429.
F. rufa pratensis Donisthorpe, Ent. Rec. 1914, 26, 40, 41.
F. pratensis Emery, Faun. Ent. Ital. Hym. Form. 1915, **47**; 1916: S. 256, 264, 265, ☿ ♀ ♂.
F. rufa pratensis Emery, Bull. Soc. Ent. Ital. 1916, 47, 256.
F. pratensis Bondroit, Ann. Soc. Ent. Fr. 1918, 87, S. 57, 59.
F. pratensis Donisthorpe, Ent. Rec. 1919, 31, 2.
F. rufa subsp. *pratensis* Emery, Gen. Ins. 1925, **183**, 254.
F. rufa pratensis Soudek, Mravenci Cechoslovenski republ. Brno. 1922, S. 75, 77, 80.
F. rufa pratensis Lomnicki, Bull. Ent. Bologne 1924, 3, 26.
F. rufa pratensis Brun, Schweiz. Arch. Neur. Psychol. 1925, 16, 86—99.
F. rufa subsp. *pratensis* Karawajew, Arb. phys. math. Abt. der Ukrain. Acad. Wiss. 1926, 4, S. 282, 283.
F. pratensis Donisthorpe, Ent. Rec. 1926, **38**, 19.
F. pratensis Donisthorpe, Brit. Ants. 1927, S. 309, 310.
F. rufa pratensis Alpatov und Arnoldi, Insektenbestimmungsbuch von Philippi 1928, S. 718.
F. rufa pratensis Deg. Gößwald, Künstl. Verbr. rote Waldameise 1933. Forstw. Zentralbl.
F. rufa pratensis Retz. Karawajew, Form. Ukrain. Acad. Sci. d'Ukraine 1936, S. 245—247.
F. rufa L. r. *pratensis* Retz. Stitz, Ameisen 1939, S. 341.

Weitere Bezeichnungen für *Formica rufa pratensis*

„Fourmi rousse des près" De Geer, Mem. Hist. Ins. Z. 1771, 1080, 1081.
F. rufa Christ, Naturg. Class. Nom. Ins. 1791, p. 510, Taf. 60, fig. 7, ☿ ♀ ♂.
La Fourmi fauve dos noir Huber, Recherch. mours fourm. indig. 1810, p. 320, ☿ ♀ ♂.
F. rufa dorso-nigro Huber (Jurine).
F. congerens Nylander, Adn. Mon. Form. bor. Eur. Acta Soc. Fenn. 1846, 2, p. 908, ☿.
F. congerens Nylander, Add. alt. andn. Mon. Form. 1849, 3, p. 26, 30, ♂.

F. congerens Förster, Hym. stud. 1850, 1, p. 17, ☿ ♀ ♂.
F. congerens Schenck, Nass. Am. 1852. Heft VIII, S. 30, 138.
F. congerens Mayr, Verh. Zool. Bot. Ver. Wien 1855, 5, S. 332, ☿ ♀ ♂.
F. congerens Nylander, Ann. Sc. Nat. Zool. 1856, (4) 5, p. 61.
F. congerens Smith, Cat. Brit. For. Hym. 1858, 6. Trans. Ent. Soc. London 4, 278. Ent. Ann. 1858, 39.
F. congerens Smith, List Brit. anim. Brit. mus. 1858, 1, 6, p. 2, Taf. 3, fig. 1, 7—9.
F. congerens Mayr, Europ. Form. 1861, p. 46—48, ☿ ♀ ♂.
F. congerens Smith, Entomol. Mag. 1865, 2, 29. Ent. Ann. 1865, 85, 87; 1866 126, 127.
F. congerens Buchanan-White, Sert. Nat. 1872, 1, 222.
F. congerens H. Müller, Befrucht. Blumen 1873, 464.
F. congerens Parfitt, Trans. Devon. Assn. Sc.-Art. 1880, 12, 513.
F. congerens Saunders, Syn. Brit. Herterog. Trans. Ent. Soc. London 1880, 205.
F. congerens Bignell, Joung. Nat. 1882, 3, 143.
F. congerens Farren-White, Ants ways. 1895, 202, 203, 231, 232.

Bemerkungen zur Nomenklatur

Die geringere Zahl der Synonyme von *pratensis* im Vergleich zu *rufa* ist bereits ein Merkmal für die leichtere systematische Umgrenzung dieser Art. Zur Beschreibung von De Geer bemerkt Roger (1861, 358):

„Durch De Geers Angabe, daß diese Art eine einfache, d. h. nicht ausgerandete Schuppe habe, werden *pressilabris* und *exsecta*, und durch die Bemerkung, daß dieselbe Säure ausspritze und ihre Haufen nicht allein aus Erde, sondern auch aus Bruchstücken von Grasstengeln und Blättern bilde, auch *cunicularia* von der Annahme, daß sie mit jener identisch sein könnten, ausgeschlossen; dann kann aber De Geer nur noch *F. congerens* gemeint haben, auf die auch alle jene Angaben passen, und die auch auffallend schwärzer und häufig kleiner als *rufa*; ich habe kleine Kolonien dieser Art gefunden, in welchen fast sämtliche Arbeiter sehr klein waren."

Emery, Pal. Form. 1909.

„Der Name ‚*pratensis*' wurde nicht von De Geer, sondern später von Retzius eingeführt. De Geer gab für die von ihm unterschiedene und beschriebene Form keine lateinischen Namen an. Dagegen *Camponotus pennsylvanicus* trägt mit Recht den Namen De Geer, da er lateinisch von demselben getauft wurde.

3. Weitere Artmerkmale

Bei Arten, deren äußerer Habitus nur geringe brauchbare Unterscheidungsmerkmale aufweist, sind andere Trennungsmöglichkeiten erwünscht. Ein abgerundetes Bild einer Art liegt erst dann vor, wenn außer den morphologischen Eigentümlichkeiten auch biologische, anatomische, physiologische und ökologische Besonderheiten bekannt sind. So wurde versucht, bei der roten Waldameise Merkmale im Bau der Ovarien und in den Größenverhältnissen der drei Formen zusammenzustellen. Damit sind noch längst nicht alle Möglichkeiten der Trennung von Arten erschöpft. Für vorläufig genügen jedoch die erkannten Unterschiede zur eindeutigen Trennung.

a) Ovarien

Die Weibchen der einzelnen Waldameisenarten unterscheiden sich sehr stark in ihrer Produktivität. Aus diesem Grunde war eine Untersuchung der Ovarien naheliegend zur Klärung der Frage, inwieweit Frucht-

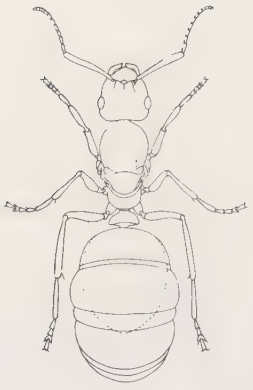


Abb. 5. Eier legende Königin von *F. rufa rufa* L. mit eingezeichnetem Umriß des Abdomens (.....) einer Eier legenden Königin von *F. rufa rufo-pratensis minor*

barkeit und Zahl der Eiröhren zueinander in Beziehung stehen, nicht nur bei den Königinnen, sondern auch bei den Arbeiterinnen. — Die Werte wurden stets an Ameisen festgestellt, die im Winter ausgegraben worden waren, da die Möglichkeit bestand, daß junge Königinnen noch keine vollentwickelten Ovarien aufweisen. An Tieren, die längere Zeit im Laboratorium gehalten worden waren, wurde die vollständige Rückbildung der Ovarien bei unzureichender Ernährung beobachtet. Bei Zugabe von Diastase zur Laborfütterung, wie Honig oder Zuckersirup, findet nach bereits erfolgter Rückbildung der Ovarien und nach völligem Fettkörperschwund eine Wiederbelebung der Legetätigkeit und eine reiche Neuausbildung der Fettkörper statt. Um solche sekundäre Einflüsse auszuschalten, wurden die Untersuchungen nur an frisch ausgegrabenen Individuen durchgeführt. Zum Vergleich mit Königinnen wurden ebenfalls nur Arbeiterinnen herangezogen, die zur gleichen Zeit mit ausgegraben worden waren.

α) *Formica rufa rufa*

Die Weibchen der *F. rufa rufa* sind die fruchtbarsten, sie legen bis 300 Eier im Tag. Der Hinterleib ist zur Zeit der Eiablage bei dieser Form sehr stark aufgebläht (vgl. Abb. 5). Die Zahl der Eiröhren von Königinnen beträgt 110—135, auf den beiden Hälften der Ovarien sind nicht immer gleich viel Eiröhren. Die Höchstzahl an Eiröhren betrug bei einem Weibchen 250. Die Länge der Eiröhren von *F. rufa rufa*-Weibchen ist besonders auffallend (vgl. Abb. 6). Die herauspräparierten Eiröhren überragen gestreckt den Kopf des Weibchens um die Länge des Thorax. Die Arbeiterinnen der *F. rufa rufa* wurden häufig bei der Eiablage angetroffen (vgl. Abb. 7). Auch die Arbeiterkaste dieser Form hat im Vergleich zu den anderen Waldameisen die bestausgebildeten Ovarien. Frisch während der Wintermonate ausgegrabene Arbeiterinnen, die sich in der Umgebung der Königin befanden, hatten auf jeder Seite 3 bis 9 Eiröhren, das Mittel von

Abb. 6. Königin von *F. rufa rufa* L., Eiröhren herauspräpariert, um deren Fülle und Länge zu zeigen

30 untersuchten Arbeiterinnen betrug 5,9 Eiröhren. Die Zahl ist also nicht einheitlich, und manchmal auf der rechten und linken Hälfte der Ovarien ungleich. Aus den Eiern der *F. rufa rufa* gingen stets nur Männchen hervor, die voll ausgebildet waren. Im Gegensatz dazu habe ich bei Myrmicinen, so z. B. bei *Leptothorax tuberum unifasciatus* und *Aphaenogaster subterraneus* aus Arbeiterinneneiern stets nur vollentwickelte Arbeiterinnen erhalten (vgl. Gößwald 1933b, S. 274). Die von Dzierzon für Bienen aufgestellte Theorie findet demnach auf Ameisen keine allgemeine Anwendung.

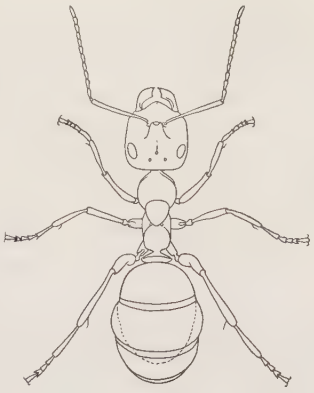


Abb. 7. Eier legende Arbeiterin von *F. rufa rufa* L. mit eingezeichnetem Umriß des Abdomens (....) einer Arbeiterin von *F. rufa rufo-pratensis minor*

β) *Formica rufa rufo-pratensis minor*

Die Weibchen von *F. rufa rufo-pratensis minor*, können im Tag durchschnittlich nur 10 Eier legen. Das Abdomen weist zur Zeit der Eiablage keine bemerkenswerte Verdickung auf. Die Weibchen dieser Form sind viel weniger fruchtbar als *F. rufa rufa*. Die Zahl der Eiröhren von Königinnen, die im Winter ausgegraben worden waren, beträgt auch nur 60—65 auf jeder Seite. Zudem sind die Eiröhren viel kürzer als bei *F. rufa rufa*. Sie reichen herauspräpariert gestreckt nur bis an das Pronotum. Bei den Arbeiterinnen von *F. rufa rufo-pratensis*, kleine Form, wurde trotz jahrelanger Beobachtung noch keine Eiablage festgestellt. Sie haben entweder gar keine ausgebildeten Ovarien oder 2—3 stark degenerierte Eischläuche.

Formica rufa rufo-pratensis major

Wie zu erwarten war, nimmt diese Form auch in der Anzahl der Eiröhren eine Mittelstellung ein. Das Weibchen, welches im Tag bis 30 Eier legen kann, besitzt 80—85 Eiröhren auf jeder Seite. Diese reichen herauspräpariert bis gegen das Ende des Kopfes. Die Arbeiterinnen haben 2—3 Eiröhren. Eiablage wurde hier in seltenen Fällen beobachtet, bei *rufa rufa* dagegen regelmäßig. Zwischen Fruchtbarkeit und Ausbildung der Ovarien bestehen also bei den drei Waldameisenformen sehr eindeutige Beziehungen. Die Eiröhren der besonders fruchtbaren *F. rufa rufa* sind sehr lang und zahlreich. Auch die Arbeiterinnen dieser Form sind im Vergleich zu den beiden anderen mit den besten Ovarien ausgestattet. Sinngemäße Unterschiede lassen sich bei *F. rufa rufo-pratensis*, kleine und große Form, feststellen.

Aber auch innerhalb der gleichen Form kann sogar bei der Population ein und desselben Nestes die Zahl der Eiröhren der einzelnen Individuen großen Schwankungen unterworfen sein. Es besteht durchaus die

Möglichkeit, daß sich die Zahl der Eiröhren bei den einzelnen Formen überschneidet, so daß etwa eine Arbeiterin von *F. rufa rufa* weniger Eiröhren hat, als eine Arbeiterin von *F. rufa rufo-pratensis*, große Form. Die Zahl und Ausbildung der Eiröhren ist zwar im Durchschnitt artbedingt, sie ist aber zugleich der Einwirkung von physiologischen Faktoren unterworfen, wie Ernährung und Größe der Kolonie. Somit ist die Ausbildung der Ovarien zwecks Unterstützung zur Artbestimmung nur unter Berücksichtigung der genannten Faktoren zu verwenden.

b) Größen- und Mengenverhältnisse

Die Größenverhältnisse der drei Waldameisenarten sind in der Abb. 11 dargestellt. Die Königin der *F. rufa rufa* ist eindeutig am größten, sie mißt 10—11 mm Diese Angaben beziehen sich auf junge Weibchen, die noch nicht zur Eiablage geschritten sind und infolgedessen noch kein physogastres Abdomen haben. Die Königin von *F. rufa rufo-pratensis*, kleine Form, erreicht nur 10,5 mm. Die Königin von *F. rufa rufo-pratensis*, große Form, mißt 9—10 mm. Der Arbeiterinnenstand schließt sich den Größenverhältnissen der Weibchen an. Die Arbeiterinnen von *F. rufa rufa* sind 6—9 mm groß, die von *F. rufa rufo-pratensis*, kleine Form, 4—7 mm, die von *F. rufa rufo-pratensis*, große Form, 5—8 mm. Noch deutlicher werden die Unterschiede, wenn man die 3 Formen der Menge nach betrachtet. Auf 1 Liter gehen von *F. rufa rufa* 30 000 Arbeiterinnen, von *F. rufa rufo-pratensis*, kleine Form, 65 000 und von *F. rufa rufo-pratensis*, große Form, 45 000 Stück. Bei diesen Messungen wurden alle Größenordnungen, so wie sie aus dem Neste kamen, gleichmäßig verwendet. Bei einer derartigen Betrachtung wird eindeutig erwiesen, daß es sich nicht um Zufälligkeiten, sondern um erblich bestimmte Größenverhältnisse handelt.

II. Zur Ökologie der Waldameisenarten

Die rote Waldameise ist in ganz Europa mit Ausnahme der südlichen Länder verbreitet. Sie ist eine hylobionte (Gößwald 1932), also waldbewohnende Art. Wasmann (1934) bemerkt sehr zutreffend: „Die großen Nesthaufen gehören zum Charakterbild des nordischen Waldes.“ *F. rufa* ist eine kulturflüchtige Ameise, sie weicht vor der menschlichen Bodenkultur Schritt für Schritt zurück. Mit der fortschreitenden Entforstung wurde die rote Waldameise immer mehr zurückgedrängt. Die plantagenähnlichen Neuaufforstungen konnten keinen Ersatz bieten für die Lebensverhältnisse im Naturwald, da die natürliche Verbreitung der roten Waldameise infolge der abhängigen Koloniegründung nur sehr langsame Fortschritte macht. Vor allem fehlen die notwendigen Hifsameisen in den Neuaufforstungen (vgl. Gößwald 1933a). Die wenigen Restbestände werden durch den Menschen seit langen Jahren fortwährend ausgeplündert, so daß

die rote Waldameise im Umkreis vieler Kilometer unserer Großstädte verschwunden ist. Diese Ausrottung der nützlichen roten Waldameise durch Leute, die Puppen sammeln, Ameisenspiritus gewinnen oder Nestmaterial als Stallstreu wegtragen, muß scharf verurteilt werden. Auf Grund der Einwirkung des Menschen kann von einer natürlichen Verbreitung der roten Waldameise nicht mehr gesprochen werden. Weite Waldflächen, die ihrer Veranlagung nach der geeignete Biotop für die rote Waldameise wären, sind völlig unbesetzt, dafür können sich die Schädlinge ungestört vermehren.

Über die Ökologie der roten Waldameise wurde schon viel geschrieben. Fast alle Arbeiten aber haben den Nachteil, daß die untersuchte Art nicht exakt systematisch festgelegt wurde. Es ist nicht der Zweck dieser Arbeit, auf allgemein ökologische Probleme einzugehen. Daher können auch die bisherigen Literaturangaben unberücksichtigt bleiben. Es soll vielmehr versucht werden, die charakteristischen ökologischen Verhältnisse der Waldameisenarten vergleichend hervorzuheben.

1. *Formica rufa rufa*

F. rufa rufa kann wohl als der Typ der roten, oder wie Wasmann richtiger sagt, der „rotrückigen" Waldameise gelten. Diese Ameise findet sich in allen einheimischen Nadelwaldbiotopen, ferner in Eichenwald und sogar gelegentlich in Buchenwald. Das Vorkommen im Buchen- und Eichenwald ist sehr bezeichnend für die Eigenart von *F. rufa rufa* im Vergleich zu anderen *F. rufa*-Arten, die hier in der Regel fehlen. Denn der Laubwaldboden ist verhältnismäßig feucht und kalt, nur wenig Ameisenarten können hier existieren. Bei einer Untersuchung der Ameisenfauna des mittleren Maingebietes unter Berücksichtigung geologischer Verhältnisse stellte sich heraus, daß typischer Waldboden den geringsten Verbreitungskoeffizienten der Ameisen aufwies, nämlich 0,07 im Vergleich zu 3,53 beispielsweise des oberen Hauptmuschelkalkes (Gößwald 1932). Die anderen Waldameisenarten werden in solchen Waldbiotopen nicht gefunden. Damit ist *F. rufa rufa* als die Art gekennzeichnet, welche gegen die nachteiligen mikroklimatischen Verhältnisse des feuchtkalten Laubwaldbodens am widerstandsfähigsten ist. Im Nadelwald dringt *F. rufa rufa* zufolge ihrer ökologischen Eigenart am weitesten in dichte Bestände ein, sowohl des Kiefern-, wie Fichten- und Tannenwaldes.

Die Nester der *F. rufa rufa* sind meist steil gebaut. Durch den Steilkuppelbau wird die Nestoberfläche vergrößert und somit mehr Sonnenwärme ausgenutzt. Diese durch die Eigenart des Nestbaues bedingte bessere Ausnutzung der Insolation ist gerade in dem schwachdurchwärmten Biotyp der *F. rufa rufa* erforderlich.

Die Kolonie wird nicht, wie bei anderen Waldameisenarten in Einzelnester aufgeteilt. Die geringere Durchwärmung des Standortes macht ein

Zusammenleben möglichst vieler Individuen in einem Nest zweckmäßig, um einer eigenen, wenig von Außenfaktoren abhängigen Wärmehaushalt zu gewährleisten. Vielleicht steht die Eigenart des Standortes der roten Waldameise demnach in Zusammenhang mit der Einzahl der Nester und zugleich diese mit der Monogynie von *F. rufa rufa* (vgl. S. 108).

2. *Formica rufa rufo-pratensis minor*

F. rufa rufo-pratensis minor, stellt im Wald das Gegenstück dar zur *F. rufa rufa*. Diese Art findet sich in Nadelwäldern (Kiefern und Fichten). Sie bevorzugt jedoch die lichtesten und trockensten und daher am besten durchwärmten Bestände. Sie ist am häufigsten an Wegrändern und Lichtungen und dringt nur gelegentlich in dichtere Bestände ein.

Die Nester der *F. rufa rufo-pratensis minor* sind meist flach gebaut. Die Höhe der Kuppel ist um so geringer, je sonniger der Standort ist und nimmt in dichteren Beständen zu. Die Kuppelhöhe ist nicht allein artbedingt, sondern auch im Rahmen der möglichen Standortverschiedenheiten Schwankungen unterworfen. An extrem sonnigen Plätzen sind die Nester manchmal so flach, daß sich eine Kuppel kaum abhebt.

Die Kolonien der *F. rufa rufo-pratensis minor*, können in sehr viele, 20—30 und sogar 100 Einzelnester aufgeteilt sein. Die verhältnismäßig starke Durchwärmung des Standortes ermöglicht die Existenz kleiner Nester, zumal die Arbeiterinnen dieser Art besonders klein sind und sehr dicht zusammen leben. Die biologische Grundlage dieser weitgehenden Aufspaltung einer Kolonie bildet der außerordentlich große Königinnenreichtum (vgl. S. 97).

3. *Formica rufa rufo-pratensis major*

F. rufa rufo-pratensis major, nimmt eine Mittelstellung zwischen den beiden extremen Typen der roten Waldameise ein. Sie kommt, wie alle Arten an Waldrändern und Lichtungen vor, dringt aber auch in durchschnittlich mäßig dichte Bestände von Nadelwäldern ein.

Die Nester der *F. rufa rufo-pratensis major*, können sehr groß sein, je nach der Eigenart des Standortes, mehr oder weniger groß und steiler oder flacher gebaut.

Die Kolonien dieser Art sind monodom oder in einige Nester, etwa bis 20 aufgeteilt. Der Zusammenhang zwischen den Nestern ist jedoch vielfach nur ein lockerer. Die Aufteilung der Kolonie in nur wenige, und zwar große Nester entspricht der geringeren Durchwärmung des Standortes und der geringeren Zahl der Königinnen (vgl. S. 99).

4. Ökologische Erscheinungsformen

Die ökologischen Merkmale treten wegen der engen Gebundenheit der Ameise an den Boden und ihre Umgebung besonders klar hervor. Gleichwohl handelt es sich bei den bisher besprochenen Artunterschieden nicht nur etwa um den Ausdruck ökologischer Rassen, sondern um biologisch wohl begründete Unterschiede und Gegensätze, die sich bei einiger Übung immer wieder unter den verschiedensten Standortverhältnissen erkennen lassen (= Genotyp). Die Art, Unterart oder Rasse — die Bezeichnung ist in diesem Zusammenhang von geringerer Bedeutung, als die sichere Erkenntnis der Unterschiede — bleibt die gleiche. Sie wird erkannt durch biologische Besonderheiten, wie Zahl der Königinnen, Nestzahl oder durch die Produktionsfähigkeit des Arbeiterstandes und die anderen in der Arbeit dargelegten Unterschiede (vgl. Tabelle S. 119).

Die Erscheinungsform (Phänotyp) einer Art wird geprägt durch die Ökologie des Standortes. Besonders eindrucksvolle Unterschiede traten bei einem Vergleich der Verhältnisse der Mark Brandenburg (bei Berlin) mit der Eigenart etwa des Waldes in Oberfranken bei Arzberg hervor. Die ökologische Eigenart des Waldes bei Berlin wird bedingt durch den schlechten Sandboden, der meist nur dürftige Kiefernwälder trägt. Der Boden ist im heißen Sommer ausgetrocknet, oft ist auf weite Flächen die Renntierflechte die einzige bemerkenswerte Bodenflora. Infolge dieser Eintönigkeit ist die Insektenfauna sehr arm. Die Ernährungsbedingungen sind für die Ameisen außerhalb der Kalamitätszeiten und -orte schlecht. Die Rindenlausherden bilden in solchen Fällen die einzige reichlichere Zugabe, von der sich die Ameisenvölker ernähren.

Ganz anders sind die Verhältnisse etwa bei Arzberg. Hier gibt es Kiefern- und Fichtenwald, oder beide gemischt, oft durchsetzt mit Birken. Der Boden besteht aus Basalt, Phyllith, Letten und obenauf liegt eine tonig-lehmige Schicht mit gutem Waldhumus. Die Bodenflora ist sehr reichhaltig und macht im ganzen genommen einen üppigen Eindruck. Es gedeihen Heidel- und Preiselbeeren. Der Bestand an Insekten ist auch außer Kalamitätszeiten größer. — In den beiden ökologisch so sehr verschiedenen Wäldern waren die gleichen Rassen vertreten. Ihre Erscheinungsform ist jedoch ganz verschieden, wenn man als Maßstab die Gesamtkolonie betrachtet. Die Nester sind im Arzberger Wald durchschnittlich viel größer, reicher belebt. Die Kolonie macht einen viel lebenskräftigeren Eindruck.

Es erhebt sich nun die Frage, wie es kommt, daß die gleichen Arten in so verschiedenen Biotopen leben können und wodurch dann eigentlich die Unterschiede in der Verteilung der Arten bedingt sind. Zur letzten Frage lautet die Antwort, daß für die Verteilung der 3 Waldameisenarten im wesentlichen der Grad der Besonnung maßgebend ist. Gut und

schlecht besonnte Plätze gibt es in allen Nadelwaldtypen, nur wirkt sich im einen Fall die Besonnung infolge besonderer Bodenverhältnisse mehr aus als im anderen. Wahrscheinlich würden wir infolgedessen die eine oder andere Art in bestimmten Biotopen besonders häufig oder weniger häufig antreffen, aber die Verbreitung der roten Waldameise ist infolge menschlicher Eingriffe verwischt.

Zur Frage nach dem Zusammenhang zwischen Verschiedenartigkeit des Standortes und der Verbreitung gleicher Arten ist zu berücksichtigen, daß im Laufe des Jahres ein Ausgleich der Verhältnisse, z. B. der Ernährung, stattfinden kann. Die Ameisen erwachen in der Mark Brandenburg viel früher aus dem Winterschlaf als etwa in dem gewählten Beispiel des Arzberger Waldes infolge der verschiedenen Höhenlage. Wenn bei Berlin die Ameisen schon längst geschwärmt haben, können die Nester bei Arzberg noch schneebedeckt sein. So bietet die Länge der Vegetationsperiode einen gewissen Ausgleich für die geringere Nahrungsmenge, da in entsprechend längerer Zeit hier insgesamt ähnlich viel Individuen aufgezogen werden können als bei reich gedecktem Tisch in der kürzeren Vegetationsperiode.

Die Lebensweise der drei Waldameisenarten ist demnach so, daß nicht nur örtliche Unterschiede des Standortes, sondern auch Unterschiede in der Länge der Vegetationsperiode und in der Menge der zur Verfügung stehenden Nahrung überbrückt werden können.

5. Zusammenfassung

Jeder Nadelwaldbiotop, zum Teil auch Laubwaldbiotop, hat eine Waldameisenart. Soweit ökologische Faktoren in Frage kommen, könnten also alle von Schädlingen bedrohten Nadelwaldbestände, sowohl Alt- wie Jungholz, mit der nützlichen roten Waldameise besiedelt werden. Die Verbreitungsgrenzen der roten Waldameise sind innerhalb des möglichen nord- und mitteleuropäischen Areals nicht geographisch, sondern mikroklimatisch bedingt. So, wie sich die Nadelwaldbiotope überschneiden, so überschneiden sich hier auch die Verbreitungsgrenzen der drei Waldameisenarten. Fast jeder größere Nadelwald läßt sich in ökologisch so verschiedenartige Einzelbiotope aufteilen, daß sich Voraussetzungen für das Vorkommen aller Waldameisenarten finden. Ob diese nun verbreitet sind oder nicht, ist zum Teil historisch bedingt, entsprechend der Vorgeschichte des Waldes, vorwiegend ist das Fehlen von Ameisen durch nicht ökologische Faktoren verursacht, z. B. Ausrottung durch den Menschen.

III. Rassenstudien auf physiologischer Grundlage

In einer früheren Arbeit (1938a) habe ich darauf hingewiesen, daß man mitunter bei den Ameisen auf Grund toxikologischer Untersuchungen viel einwandfreier Rassen einer Art trennen kann, als dies durch syste-

matische Studien möglich ist. So stand zu erwarten, daß physiologische Prüfungen in verschiedener Richtung weiteren Aufschluß geben würden über die Eigenart der Ameisen, ganz besonders über Anlagen, die in unmittelbarer Beziehung zur klimatologisch bedingten Umwelt stehen. Denn die Ameisen sind als bodenständige und im wesentlichen ortsgebundene Tiere in hohem Maße solchen Einflüssen ausgesetzt. Dies geht schon rein äußerlich aus den mikroklimatisch bedingten verschiedenen Verbreitungsgrenzen der einzelnen Arten hervor (vgl. Gößwald, 1932).

Was die Einwirkung der Luftfeuchtigkeit anbelangt, so zeigte sich bereits bei früheren Versuchen (1938b), daß *F. rufa* verhältnismäßig trockenheitsresistent ist, was der Bevorzugung trockenen und daher wärmeren Waldbodens gegenüber feuchtkaltem Laubwald entspricht. Nun wäre es erwünscht gewesen, auf Grund feiner Reaktionsunterschiede gegen Luftfeuchtigkeits- und Temperatureinflüsse die Rassenunterschiede festzulegen. Es konnte nachgewiesen werden, daß solche vorhanden sind. Die Waldameisenarten wurden bei verschiedenen Kombinationen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit gehalten. Die Versuche sind jedoch im einzelnen infolge wiederholten technischen Versagens der benutzten Klimaanlage nicht auswertbar und müssen neu durchgeführt werden.

Die Prüfung der Einwirkung des Lichtes auf die Waldameisenarten hat die Möglichkeit einer deutlichen Unterscheidung der Rassen ergeben.

Ferner hat sich herausgestellt, daß die einzelnen Rassen einen deutlich ausgeprägten Feuchtigkeitssinn besitzen, bei dem ebenfalls die ökologische Veranlagung sehr zum Ausdruck kommt. Hierzu wird in einer größeren Arbeit zusammen mit Prüfungen an zahlreichen anderen Arten berichtet werden (vgl. Gößwald 1941).

1. Einfluß der Luftfeuchtigkeit

Die Lebensdauer der Ameisen bei verschieden hoher Luftfeuchtigkeit bietet einen guten Einblick in die ökologische Eigenart. In dieser Arbeit sollen zur Feststellung von Artunterschieden nur die Ergebnisse der Feuchtigkeitsprüfungen im Temperaturbereich von 5° C besprochen werden. Die Versuche wurden ab Dezember 1939 zweimal mit je 50 Versuchstieren in drei Feuchtigkeitsstufen durchgeführt. Die Stufen betrugen 100%, 90% und 80% relative Luftfeuchtigkeit. Die Versuchstiere wurden in den Zwölfer-Hygrostaten gehalten. Statt Glasbatist, den diese Arten durchgebissen hätten, wurde feine Metallgaze verwendet.

F. rufa rufa ist verhältnismäßig langlebig und widerstandsfähig innerhalb der Gruppe der Waldameisenarten. Wenn man allerdings andere Arten vergleicht, dann ist *F. rufa* als sehr kurzlebig zu bezeichnen. So wird z. B. *Lasius niger* im Durchschnitt unter gleichen Bedingungen 200 Tage alt, *Tetramorium caespitum* 118 Tage (vgl. Gößwald, 1938b),

Tabelle 1

Art	100% rel. Luftfeuchtigkeit			90% rel. Luftfeuchtigkeit			80% rel. Luftfeuchtigkeit		
	MAZ.[1]	Max.	Min.	MAZ.	Max.	Min.	MAZ.	Max.	Min.
Formica rufa rufa	52	163	7	15	52	5	12	28	3
Formica rufa rufa, nicht rein	53	164	6	16	32	4	11	28	3
Formica rufa rufo-pratensis major	133	205	15	31	67	8	23	46	9
Formica rufa rufo-pratensis minor	39	163	2	12	25	2	10	20	2
Formica rufa pratensis . .	53	166	7	20	50	5	13	23	4
Formica truncicola	111	205	5	29	82	4	27	55	2
Formica exsecta	60	205	14	22	54	6	13	42	2

[1]) Mittlere Absterbezeit.

während *F. rufa rufa* nur 52 Tage erreicht. Aber solche Vergleiche sind nur innerhalb verwandter Artengruppen gestattet. Ähnlich lang wie *F. rufa rufa* hat auch die nicht ganz reine *F. rufa rufa* gelebt und *F. rufa pratensis*. Ein bemerkenswerter Unterschied zeigt sich bei *F. rufa rufo-pratensis* zwischen der großen und kleinen Form. Auf die Hinfälligkeit der kleinen *rufo-pratensis* wurde schon wiederholt hingewiesen. Die große Form hat in feuchtigkeitsgesättigter Luft mehr als dreimal so lang gelebt gegenüber der kleinen Form, und auch in den trockeneren Stufen eine größere Widerstandskraft gezeigt. *F. truncicola* war besonders langlebig, nicht nur bei hoher, sondern auch bei niedriger Luftfeuchtigkeit. Die *F. exsecta* gehört zu den widerstandsfähigeren Ameisen.

Das Wesentliche an dieser Prüfung ist der Unterschied in der Lebensdauer von *F. rufa rufo-pratensis*, große Form, im Vergleich zur kleinen Form. Diese Feststellung ist um so wichtiger, da die nun folgende Prüfung der Lichtempfindlichkeitsunterschiede keinen so ausgeprägten Gegensatz dieser beiden Formen ergeben hat. Um zwei nahe verwandte Rassen physiologisch zu trennen, ist es durchaus nicht nötig, daß sich bei allen Untersuchungen Unterschiede herausstellen; denn manche Eigenschaften haben auch artfremde Individuen wenigstens in groben Zügen gemeinsam. Es genügt vielmehr, wenn an Hand mindestens einer Eigenschaft ein scharf ausgeprägter Unterschied nachgewiesen wird.

2. Verhalten der Ameisen unter Einwirkung von Licht

Der Einfluß des Lichtes wurde an Ameisen geprüft, die als voll ausgebildete Arbeiterinnen dem Nest entnommen worden waren. Als Versuchsraum wurden Gipsnester verwendet von dem 1938c beschriebenen Format (vgl. Abb. 8) unter den dort angegebenen physiologischen Be-

dingungen. Außer den Formen der eigentlichen roten Waldameise wurden als nächste Verwandte auch hier wieder *F. rufa pratensis*, ferner *F. exsecta* geprüft, die ebenfalls im gleichen Biotop vorkommen kann. Von einer Form wurden bei Zimmertemperatur im September 1939 jeweils 50 Nester mit je 50 Arbeiterinnen geprüft, im ganzen also 2500 Versuchstiere einer Art. 10 Tage lang waren die Ameisen ununterbrochen dem Tageslicht, bzw. einer Tageslichtlampe ausgesetzt. Die Ablesungen erfolgten tagsüber in Abständen von 5 Stunden. Hierbei wurde notiert, in wieviel Nestern die Tiere auf einem Haufen zusammengeklumpt, bzw. wie oft sie im ganzen Nest zerstreut waren. Aus der Gesamtzahl der Beobachtungen wurde in den Tabellen der prozentuale Anteil der Nester mit zusammengeballten Ameisen errechnet. Ein weiterer Versuch wurde so durchgeführt, daß die Ameisen tagsüber 5 Stunden hell und am gleichen Platz 5 Stunden dunkel gehalten worden waren.

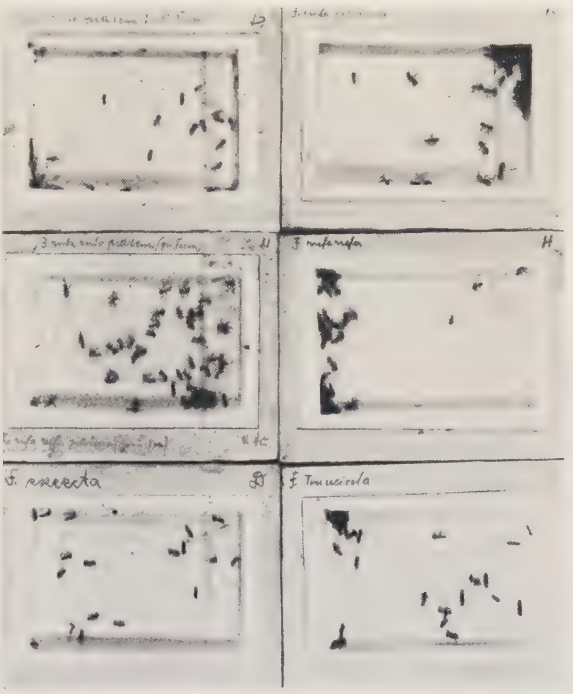


Abb. 8. Gipsnester mit verschiedenen Waldameisenarten (vgl. Aufschrift) aus dem Lichtversuch. Die Tiere rechts sind infolge der Störungen beim Photographieren nicht so eindeutig zusammen wie im Versuch. Die Arten links deutlich zerstreut

Das Ergebnis ist nun folgendes: Eindeutig stets auf Klumpen zusammengeballt war *F. rufa pratensis*, die Wiesenameise, die gelegentlich im Wald vorkommt. Die im Versuch verwendeten Tiere entstammen einem Waldnest, und zwar dem 1940a beschriebenen. Die Tiere zeigten stets das Bestreben, sich zusammenzuklumpen. Dieses Ergebnis war im Hell- und Dunkelversuch gleich. Es ist daher nicht angebracht, auf Grund dieser Versuchsanordnung zu folgern, daß *F. rufa pratensis* besonders lichtempfindlich sei. Hier scheint eine Neigung zum Zusammenklumpen vorzuliegen. Erst der Unterschied in der Reaktionsweise gegenüber Hell und Dunkel würde einen derartigen Schluß zulassen. Nebenbei sei bemerkt, daß die Augen der *F. pratensis* im Gegensatz zu denen der anderen untersuchten Arten, stark abstehend behaart sind.

Tabelle 2

Gleichbleibend hell

	Zusammengeballt %
Formica rufa pratensis	100
Formica rufa rufa	60
Formica rufa rufa, nicht ganz rein	37
Formica rufa rufo-pratensis minor	15
Formica rufa rufo-pratensis major	0
Formica exsecta	0

	Hell zusammengeballt %	Dunkel zusammengeballt %
Formica pratensis	100	100
Formica rufa rufa	55	3
Formica rufa rufa, nicht ganz klein	37	28
Formica rufa rufo-pratensis minor	11	20
Formica rufa rufo-pratensis major	3	0
Formica exsecta	0	0

F. rufa rufa hatte sich bei heller Beleuchtung zum größeren Teil auf einem Haufen zusammengeballt. Sie steht in dieser Beziehung der Wiesenameise am nächsten. Dagegen weisen ökologisch diese beiden Arten die größten Gegensätze auf, da *F. rufa pratensis* vorwiegend das offene Gelände bewohnt, während *F. rufa rufa* von allen Waldameisenarten am weitesten in dichte Wälder vordringt. Im Dunkelversuch ist jedoch *F. rufa rufa* fast stets zerstreut. Aus diesem Gegensatz könnte man eine gewisse Lichtempfindlichkeit herleiten. Nebenbei wurde noch eine *F. rufa rufa* untersucht, die nicht ganz reinrassig war. Das Nest enthielt neben Arbeiterinnen mit rein rotem Rücken oder solchen mit nur einem braunen Fleck auf dem Pronotum auch andere mit einem auf das Mesonotum schwach übergreifenden braunen Fleck. Diese nicht ganz reine Form zeigte eine abweichende Reaktion, indem sich einerseits weit unter der Hälfte der Nester zusammenballten und andererseits bei Verdunkelung kein so großer Gegensatz zu bemerken war.

F. rufa rufo-pratensis ist deutlich von *F. rufa pratensis* zu trennen. Besonders die große Form war sowohl im Hellen wie im Dunkeln immer stark zerstreut im Nest angetroffen worden. *F. rufa rufo-pratensis*, kleine Form, verhielt sich wieder etwas anders, indem sie zum geringen Teil im Hellen wie im Dunkeln zerstreut war. Die mit untersuchte *F. exsecta*, welche im Kiefernwald an besonders lichten Stellen vorkommt, war stets im Hellen und Dunkeln sehr zerstreut.

So haben demnach die einzelnen Arten die Erscheinung gezeigt, mehr zerstreut oder mehr zusammengeballt zu verharren. Da es sich um einen

orientierenden Versuch handelt, sollen keine Beziehungen zwischen Lichtempfindlichkeit und ökologischer Verbreitung konstruiert werden. Das Wesentliche ist die Verwertung der unterschiedlichen Reaktion als art-, bzw. rassetrennendes Merkmal.

Das Verfahren einer physiologischen Trennung von Arten ist erst wenig angewendet worden. Gerade bei so nahe verwandten Rassen, wie die hier untersuchten darstellen, können als Ergebnis von Kreuzungen die verschiedensten Übergänge vorkommen. Je mehr Populationen untersucht werden, desto mehr Verschiedenheiten können in Erscheinung treten, so daß ein anfänglich auf Grund weniger Untersuchungen gewonnenes klares Bild wieder vermischt wird.

IV. Zur Biologie der Waldameisenarten

1. Koloniegründung

In der Literatur ist bisher ganz allgemein von den Lebensverhältnissen der roten Waldameise *F. rufa* die Rede. Bekanntlich gehört die rote Waldameise zu den Arten mit abhängiger Koloniegründung. Ihre Weibchen können nicht, wie die meisten anderen jungen Königinnen, nach dem Hochzeitsflug selbständig, d. h. unter völligem Abschluß von der Außenwelt, oder zum mindesten unabhängig von anderen Ameisen ihre ersten Arbeiterinnen aus den Eiern aufziehen, sie sind vielmehr von Anfang an auf die Hilfe vollentwickelter Arbeiterinnen angewiesen. Diese Hilfe kann ihnen nach bisherigen Beobachtungen auf verschiedene Weise zuteil werden. Das junge begattete *rufa*-Weibchen wird entweder in Zweignestern der Mutterkolonie bzw. im eigenen Stammnest aufgenommen, oder dringt in das Nest einer verwandten *Formica*-Art der Gruppe *Servi-Formica*, etwa *F. gagates* oder *fusca* ein, tötet deren Königin und läßt sich an ihrer Stelle adoptieren. Die weisellosen Hilfsameisen ziehen nun die fremde *rufa*-Brut auf. Die daraus hervorgehenden *rufa*-Arbeiterinnen sind aber im Vollbesitz ihrer Arbeiterinstinkte, also selbständig und daher nicht auf die fremde Hilfe der verwandten *Formica*-Art angewiesen. So sterben die Hilfsameisen allmählich aus, da sie keine Königin mehr haben und selbst nicht reproduktionsfähig sind. Aus der ursprünglich gemischten Kolonie etwa *rufa* + *fusca* wird eine reine, nunmehr selbständige *rufa* Kolonie. Diese beiden Möglichkeiten der Koloniegründung habe ich bestätigt gefunden, jedoch habe ich Zweigkoloniebildung durch Aufnahme junger, der eigenen Stammkolonie entwachsener Weibchen nur bei der Art *F. rufa rufo-pratensis minor* gefunden, während ich Adoption bei Hilfsameisen stets nur bei der *F. rufa rufa* beobachtete. Aus einem negativen Befund soll jedoch vorläufig noch kein Schluß gezogen werden, etwa derart, daß jeder Art ein bestimmter Modus der Koloniegründung zukommt. Dazu sind die Untersuchungen noch nicht weit genug gediehen.

2. Monogynie und Polygynie

Bei den Ameisen gibt es monogyne und polygyne Arten, d. h. Arten, deren Kolonien stets nur 1 Königin besitzen, und andere mit mehreren echten, Eier legenden Weibchen. Manche Gattungen haben einheitlich nur monogyne oder nur polygyne Arten, oft finden sich beide Möglichkeiten bei verwandten Arten. Neigung zum Parasitismus läßt sich nicht mit der Mono- oder Polygynie in Zusammenhang bringen, denn die abhängigen Ameisen sind in beiden Gruppen vertreten. Der Unterschied im Besitz eines einzigen oder vieler Weibchen bringt demnach in die Systematik der Ameisen keine Gegensätze, dürfte aber immerhin zur Aufstellung und Umgrenzung einer Art berechtigen. Denn als arttrennendes Merkmal ist wohl eine so wichtige biologische Erscheinung, wie sie der konstante Besitz eines oder mehrerer Weibchen darstellt, mindestens ebenso wichtig, wie als systematische Erscheinung des äußeren Habitus der Besitz etwa eines mehr oder weniger dunklen Rückens, und einer starken oder schwachen Behaarung, falls überhaupt Unterschieden in der Lebensweise und physiologischen Veranlagung neben dem äußeren Habitus artbestimmender Charakter zugesprochen wird. Fassen wir das gesamte Ameisenvolk als einen Organismus auf, dann wäre ein polygyner Ameisenstaat etwa ein Individuum mit vielen Eiröhren, während ein monogyner Ameisenstaat einem Individuum mit nur einer einzigen Eiröhre entsprechen würde, und das ist doch sicher ein nicht geringer Unterschied.

a) Freilandbeobachtungen

Durch Freilandbeobachtungen wurde festgestellt, daß die rote Waldameise entgegen bisheriger Annahme nicht allgemein viele Königinnen hat. Es gibt vielmehr eine monogyne und polygyne Art, dazwischen eine Art, die sich im Besitz einiger Königinnen befindet.

α) Formica rufa rufa

Im Winter 1938/39 wurden 10 Nester der *F. rufa rufa* ausgegraben, um die Überwinterungsverhältnisse ohne Zusammenhang der Kolonien zu studieren. Ich habe darüber an anderer Stelle ausführlicher berichtet (1940b und 1940c). Alle Nester waren Einzelnester ohne Zweigkolonien. Die Tiere gehörten sämtlich der großen *rufa*-Rasse mit rein rotem oder fast rein rotem Rücken an. In drei Fällen wurde 1 Königin, in sieben Nestern wurde keine Königin gefunden. Es ist möglich, daß sie trotz aller Sorgfalt übersehen wurden, doch ist auch mit der Weisellosigkeit der monogynen Rasse zu rechnen. Denn ich habe wiederholt Nester der *F. rufa rufa* im Sommer angetroffen, die stets nur Männchen aufzogen, nie Weibchen oder Arbeiterinnen, so daß hier Verdacht auf Weisellosigkeit besteht. Abgesehen von diesen biologischen Beobachtungen sprechen auch noch andere später zu erwähnende Gründe, wie die Tötung junger im Nest aufgezogener

Weibchen, und das ausschließliche Vorkommen von Einzelnestern für eine Monogynie der *F. rufa rufa*.

β) *Formica rufa rufo-pratensis minor*

Demgegenüber bestätigen Ausgrabungen von Nestern der Art *F. rufa rufo-pratensis minor* stets den Königinnenreichtum dieser Ameise. Im Anfang April verlassen zur Zeit der Sonnungsperiode, in der sich die Ameisen während warmer Tagesstunden in dichten Haufen auf der Nestoberfläche anzusammeln pflegen, auch die Königinnen nach der Winterstarre das tiefe Nest, um sich zu sonnen. Das ist die einzige Jahreszeit, in der man Königinnen dieser Art in großen Mengen an der Oberfläche des Nestes mühelos gewinnen kann. Mit einem Handgriff in das Ameisengewühl hatte ich 71 Königinnen umfaßt. Im Laboratorium wurden aus einem Sack, der nur oberflächlich mit dem Material von dem gleichen Nest eingefüllt worden war, 3000 Königinnen festgestellt. Das war nur ein kleiner Teil des ganzen Nestes. Es handelt sich nicht etwa um junge geflügelte und noch unbegattete Weibchen, denn die jungen Weibchen werden erst im Frühjahr in der kurzen Zeit von wenigen Wochen aus dem Frühjahrsgelege zur Reife gebracht. Überwinterte geflügelte Weibchen habe ich nie in den Nestern gefunden, ebensowenig Eier, Larven oder Puppen.

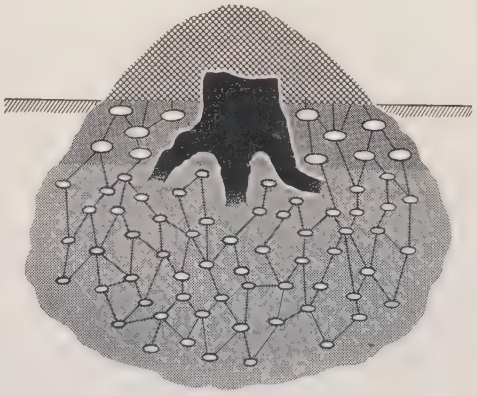


Abb. 9. Schematischer Durchschnitt durch das Nest von *F. rufa rufo-pratensis minor* im Sommer. Im Oberbau über der Erde und zum Teil im Stubben befinden sich die Puppen, in der Mittelschicht die Altlarven und in den kleinen Kammern tief im Boden jeweils eine Königin (selten zwei) mit 100—200 Arbeiterinnen, ferner sehr viel Eier und Junglarven

Am 18. Juli 1939 wurde ein Nest der kleinen Form von *F. rufa rufo-pratensis* ausgegraben. Dieses Nest gehörte zu einem Verband von 30 Nestern einer Kolonie. Dabei sollte vor allem festgestellt werden, wo die Königinnen sich zu dieser Jahreszeit aufhalten und wie die Entwicklung der Brut vor sich geht (vgl. Abb. 9). Das Wetter war sehr trocken und heiß, etwa 28—30° C bei ein Viertel bedecktem Himmel. Die Puppen waren um 9 Uhr morgens etwa 30 cm tief, von der Oberfläche des Kuppelbaues gerechnet, nach unten gelagert. Es waren verhältnismäßig wenig Puppen vorhanden, schätzungsweise 20000 Stück, in einem Nest von 40 cm Höhe und 1,2 m Durchmesser. Wahrscheinlich hat da eine Plünderung stattgefunden. Soweit die Vegetabilien des Nestes reichten, bis zum Stubben und etwa von diesem 30 cm in den Boden, konnte keine

Königin gefunden werden. Dagegen stellte ich am Übergang zur Erde (Humus) Larven fest. Die Humusschicht war etwa 25—30 cm dick. Der Boden war hier schon feucht, es herrschte bereits feuchtigkeitsgesättigte Luft. In dieser Schicht befanden sich dicht zusammen Kammern mit vielen Arbeiterinnen und älteren Larven. Noch besser wurde die Bodenfeuchtigkeit im darunter liegenden schwach tonigen Sand. Hier brach ich nun Nestkammern mit Arbeiterinnen, Junglarven und Eiern an. Fast in jeder dieser bewohnten Kammern fand ich eine Königin, in wenigen Fällen wurden 2 Königinnen dicht nebeneinander in einer Kammer festgestellt. Die Wohngemeinschaft einer solchen Kammer enthielt durchschnittlich: 1 Königin, etwa 100 Arbeiterinnen, einige hundert Eier und dazu ungefähr 100—200 Junglarven. Niemals wurden hier in den tieferen Bodenschichten Altlarven oder Puppen festgestellt. Auf das unterschiedliche Feuchtigkeitsbedürfnis der einzelnen Larvenstadien habe ich bereits an anderer Stelle hingewiesen (vgl. auch S. 92). Bemerkenswert ist, daß in manchen Kammern, die mit Junglarven angefüllt waren, Stücke von Insekten lagen. Es scheint, daß diese Insektenstücke den Larven als Nahrung unmittelbar vorgelegt werden. Daneben werden die Larven jedoch aus dem Kropf der Arbeiterinnen gefüttert.

Nicht alle der vielen Nester eines großen Volkes von *F. rufa rufo-pratensis minor* haben einen so großen Königinnenreichtum. Das Mittel dürfte 200—600 Weibchen betragen, manchmal darunter und manchmal viel darüber. Es besteht die Möglichkeit, daß in „Königinnennestern" die Weibchen angereichert werden. Bisher habe ich bei jeder Kolonie der polygynen *F. rufa*-Art ein Nest gefunden, das besonders reich an Königinnen war, in einigen Fällen über tausend Weibchen.

Über das Zustandekommen des Königinnenreichtums lassen sich verschiedene Vermutungen aufstellen: 1. Nachdem beobachtet worden war, daß Königinnen und Larven von einem Nest zum anderen verfrachtet werden, wobei es sich nicht um Aufgabe eines Nestes und um eine Abwanderung zu anderen handelt, sondern um einen Austausch unter Beibehaltung beider Nester, besteht die Möglichkeit, daß infolge besonderer ökologischer Verhältnisse ein Nest mit Königinnen angereichert wird. 2. Die Anreicherung von Königinnen kann durch Zucht von Weibchen in dem betreffendem Nest erfolgt sein. In der Regel werden in einem Nest zur gleichen Zeit nur Männchen oder nur Weibchen aufgezogen, so daß allzu starke Inzucht vermieden wird. Doch kommt es vor, daß Männchen und Weibchen in dem gleichen Nest so günstig in der Entwicklung zusammenfallen, daß die Tiere gar nicht genötigt sind, zu dem Zweck der Begattung das Nest zu verlassen, wobei die Mehrzahl verloren gehen würde. Die Begattung kann dann vielmehr im Nest oder auf dem Nest selbst stattfinden, was vor allem bei schlechter Wetterlage der Fall sein wird. Im Gegensatz zur *F. rufa rufa* (vgl. S. 96) werden nun bei der kleinen Form von *F. rufa rufo-pratensis* die Weibchen nach der Begattung nicht

getötet, sondern dem bisherigen Bestand der Königinnen einverleibt. Denn diese Art ist polygyn. Bei der monogynen Art werden die im Nest begatteten überzähligen Weibchen getötet. Die Adoption junger Weibchen bei der kleinen Form von *F. rufa rufo-pratensis*, ist die Grundlage des Königinnenreichtums der Kolonien dieser Art. Der Königinnenreichtum einzelner Nester einer Kolonie kann auf dem einen oder anderen erwähnten Weg zustande kommen.

γ) *Formica rufa rufo-pratensis major*

Von der Art *F. rufa rufo-pratensis major* konnten bei Ausgrabungen bis 20 Königinnen, oft weniger festgestellt werden. Während der Sonnungsperiode wurden bei dieser Ameise keine oder nur ganz wenige Weibchen an der Nestoberfläche gefunden. Bei Ausgrabungen in kleineren Nestern wurde bisher keine Königin gefunden. — Wenn wir die Zahl der Zweigkolonien als Kriterium für den Königinnenreichtum betrachten, so ergibt sich bei *F. rufa rufa*, entsprechend dem steten Fund von Einzelnestern nur 1 Königin (es gibt jedoch auch Arten mit Einzelnestern und vielen Königinnen, der Vergleich gilt nur innerhalb der Artengruppe der roten Waldameise), *F. rufa rufo-pratensis minor* gemäß dem großen Reichtum an Zweigkolonien viele Königinnen, bei *F. rufa rufo-pratensis major* mit meist wenigen Zweigkolonien einige Königinnen.

Ein Blick in das Nest von *F. rufa rufo-pratensis major* zur Begattungszeit der jungen Geschlechtstiere im Mai scheint diese Einstufung zu bestätigen. Im Mai 1937 stellte ich in einem Nest der *F. rufa rufo-pratensis major*, das ich bei Würzburg in einem kleinen Fichtenbestand inmitten großen Buchenwaldes gefunden hatte, folgendes fest: Zu den Arbeiterinnen eine große Anzahl geflügelter, also unbegatteter Weibchen, sehr wenig Männchen, einige entflügelte, also begattete, lebende Weibchen und einige tote ebenfalls entflügelte, begattete Weibchen. Die geflügelten Geschlechtstiere begatteten sich bei 23° C und künstlicher Beleuchtung in einem Terrarium, so daß ich 900 junge Königinnen erhielt. Hierbei wurde festgestellt, daß von den sehr in der Minderzahl vorhandenen Männchen ein einziges jeweils bis 6 Weibchen begatten konnte. Im Nest selbst wurden bis 20 cm tief Tiere in Kopula gefunden, somit war auch durch diesen Freilandbefund nachgewiesen worden, daß bei der roten Waldameise zur Begattung kein Hochzeitsflug erforderlich ist. Da das Wetter zur Beobachtungszeit sehr schlecht war (Schnee und Regen), dürfte in diesem Jahr vielleicht häufiger als sonst die Begattung im Nest vor sich gegangen sein. Der Fund von entflügelten, also begatteten Weibchen, ist somit wahrscheinlich auf eine erst vor kurzem stattgefundene Begattung zurückzuführen, nicht auf den Besitz der Nester an mehreren Königinnen. Der gleichzeitige Fund toter Königinnen, die keine Verletzungen aufwiesen und mit Ameisensäure getötet worden waren, führt zur Annahme, daß der Überschuß an Weibchen bis auf wenige abgetötet wird. Ähnliche Be-

obachtungen konnte ich an der Art *F. rufa rufo-pratensis major* bei einer künstlichen Königinnenzucht machen (vgl. S. 102).

b) Laboratoriumsversuche. Königinnenzucht

Bei Laboratoriumsversuchen, die eine umfangreiche Königinnenzucht zur schnellen Massenvermehrung der roten Waldameise bezweckten, stellten sich wichtige Ergebnisse zu dem Problem der Monogynie und Polygynie der Waldameisenarten heraus. Es wurde bereits erwähnt, daß bei gleichzeitiger Aufzucht von Männchen und Weibchen in einem Nest eine Begattung ohne Hochzeitsflug im Nest stattfinden kann. Die jungen begatteten Weibchen konnten bei der monogynen Art nicht adoptiert werden, da sonst ein polygyner Ameisenstaat entstehen würde.

α) Formica rufa rufa

Bei dieser Art stellte sich nun folgendes heraus: Die Pflege der jungen Weibchen durch die Arbeiterinnen der Mutterkolonie geht bis zum Hochzeitsflug. Kann der Hochzeitsflug aus irgendeinem Grund, etwa Verschlechterung der Wetterlage, nicht stattfinden, dann werden die bereits ausgeschwärmten geflügelten Männchen und Weibchen gegen Abend von den Arbeiterinnen in das schützende Nest zurückgebracht. Dieser Vorgang wiederholt sich jeden Abend während der Schwarmzeit, aber nur mit geflügelten Tieren. Kurz nach der Begattung werden die Flügel abgeworfen und von diesem Zeitpunkt an verwandelt sich die Fürsorge der Arbeiterinnen gegen die jungen Weibchen in Feindschaft. Im geschlossenen Königinnenzuchtraum konnten die Weibchen das Gebiet der Stammkolonie nicht verlassen und wurden zu Tausenden getötet. Nicht eine einzige junge Königin wurde am Leben gelassen. Zur Gewinnung von Königinnen mußten daher bei dieser Art die geflügelten Geschlechtstiere, sobald sie begattungsbereit waren, von den Arbeiterinnen getrennt werden.

Dieser Mordinstinkt gegen begattete Weibchen bei *F. rufa rufa* bildet also die Grundlage der Monogynie dieser Art. Auf die engen Beziehungen, die zwischen Begattung und Auslösung des Mordinstinktes bestehen, habe ich schon wiederholt hingewiesen. So tötet die parasitische *Epimyrma göẞwaldi* Men.-Königin die Wirtsameisenkönigin erst nach ihrer Begattung, ebenso Weibchen der gleichen Art aus derselben Kolonie. Ferner richtet sich ihr Mordinstinkt nur gegen echte, begattete und Eier legende Königinnen der Wirtsameisenart *Leptothorax unifasciatus* und *nigriceps*, nicht aber gegen die bei dieser Art bisweilen im Nest vorhandenen unbegatteten Weibchen und ergatoiden Weibchen, die Arbeiterdienste verrichten. Die parasitischen Weibchen von *Lasius umbratus* töten sich untereinander erst nach der Begattung und auch der Koloniegründungsinstinkt wird erst nach der Begattung ausgelöst (1938c).

Bei *F. rufa rufa* liegt nun ein Fall vor, daß die im Nest selbst aufgezogenen Weibchen nach der Begattung von den eigenen Arbeiterinnen getötet werden. Die Weibchen werden mit den Mandibeln festgehalten und mit Ameisensäure abgetötet und dann weggetragen. Irgendwelche sichtbaren Verletzungen, etwa durch Abbeißen von Extremitäten, wie häufig bei Feinden und Beutetieren festzustellen ist, konnte ich nie beobachten. Wahrscheinlich geht mit der Begattung eine geruchliche Veränderung des jungen *rufa*-Weibchens vor sich, welche die Feindschaft der Arbeiterinnen erregt. Die Bedeutung solcher Geruchsveränderungen konnte ich bei *Lasius umbratus* und *Lasius niger* in einer früheren Arbeit darlegen. Das parasitische *L. umbratus*-Weibchen dringt nach vorhergegangenem Raub einer *niger*-Arbeiterin in das *niger*-Nest ein und gewinnt die Arbeiterinnen dieser nunmehrigen Wirtsameisen durch geruchliche Dominanz. In dem gleichen Umfang, wie das fremde parasitische *umbratus*-Weibchen bevorzugt wird, verfällt die *niger*-Königin immer mehr der Vernachlässigung, sie wird schließlich geruchsfremd und aus diesem Grund von den eigenen Arbeiterinnen getötet.

Nach diesen Beobachtungen an *F. rufa rufa* und anderen Arten ist es sehr fraglich, ob sich für diese Rasse die bisherige Annahme aufrecht erhalten läßt, daß die jungen Weibchen nach dem Hochzeitsflug von Arbeiterinnen der eigenen Art adoptiert werden und auf diese Weise neue Zweigkolonien gegründet werden können. Abgesehen davon, daß ich bei *F. rufa rufa* immer nur Einzelnester finden konnte, habe ich hier junge Koloniegründungen nur im Verein mit Hilfsameisen festgestellt (vgl. 1933a). Wahrscheinlich kann die Annahme der Gründung von Zweigkolonien in der angegebenen Weise nur auf die polygyne und vielleicht noch oligogyne Art Anwendung finden.

β) Formica rufa rufo-pratensis minor

Eine Anreicherung von Königinnen zu einigen Tausenden in einer Kolonie und sogar in einem Nest kann nicht zustande kommen, wenn die jungen im Nest begatteten Weibchen getötet werden. Tatsächlich hat sich herausgestellt, daß die jungen, begatteten Weibchen dieser Art nicht getötet oder verjagt, sondern im Nest beibehalten werden. Somit besteht bei *F. rufa rufo-pratensis minor* die Möglichkeit, auf sehr einfachem Weg massenhaft Königinnen zu gewinnen. Abgesehen von dem Unterschied der Monogynie und Polygynie ist auch dieses unterschiedliche Verhalten der Arbeiterinnen von *F. rufa rufa* und *F. rufa rufo-pratensis minor* gegen junge begattete Weibchen des eigenen Nestes ein so grundlegendes arttrennendes Merkmal, daß es unmöglich ist, hier nur von Varietäten zu sprechen.

γ) Formica rufa rufo-pratensis major

Mit dieser Art wurden erst verhältnismäßig wenig Beobachtungen angestellt. Bisher haben Zuchtversuche zu dem Ergebnis geführt, daß

die jungen Weibchen zum Teil getötet, zum Teil in Mehrzahl am Leben gelassen werden. Vor Abgabe eines endgültigen Urteils sind hier erst noch umfangreiche Versuche erforderlich, die im kommenden Jahr durchgeführt werden sollen. So wurde also die Erscheinung der Monogynie und Polygynie bei den Waldameisenarten durch das verschiedene Verhalten der Arbeiterinnen gegen die jungen begatteten Weibchen geklärt.

3. Physogastrie und Eiablage

Für das Bestehen einer Kolonie ist der Unterschied, ob eine einzige Königin oder einige tausend Königinnen im Nest vorhanden sind, von großer Bedeutung. Das biologische Geschehen läßt sich nicht immer unter dem Gesichtspunkt der Zweckmäßigkeit beurteilen. Die Entwicklung der Arten hat verschiedene Wege eingeschlagen und so entstanden viele Möglichkeiten der Arterhaltung. Auch darf die Beurteilung nicht einseitig erfolgen. Arten, die von rein biologischem Standpunkt aus betrachtet schlechter abschneiden würden, verfügen oft über höhere ökologische Fähigkeiten, so daß ein Ausgleich stattfindet. Bei der roten Waldameise würde nach Darwin die Monogynie die Selektion fördern. Nach irgendeiner Richtung müßte also *F. rufa rufa* sich besser entwickelt haben als die polygyne *F. rufa rufo-pratensis*. Das ist auch der Fall. Die Arbeiterinnen und Weibchen der *F. rufa rufa* sind größer und widerstandsfähiger. Ferner produzieren die *F. rufa rufa*-Weibchen viel mehr Eier als die *F. rufa rufo-pratensis minor*.

a) *Formica rufa rufa*

Die größere Produktivität der *F. rufa rufa* bietet bis zu einem gewissen Grad einen Ausgleich für die Einzahl des Königinnenstandes. Im Tag werden von einer Königin der monogynen Art bis 300 Eier gelegt gegen nur 10 einer Königin der polygynen Art. Das Abdomen der Eier legenden Königin von *F. rufa rufa* zeigt infolgedessen eine gewisse Physogastrie, es ist im Vergleich zum Abdomen der Eier legenden Königin von *F. rufa rufo-pratensis minor* sehr stark aufgebläht. Ein Blick auf Abb. 5, S. 84 zeigt das sehr deutlich. Der Zeitpunkt des Beginns der Eiablage nach der Begattung ist bei den zwei Waldameisenarten ebenfalls verschieden. *F. rufa rufa* beginnt nach bisherigen Versuchen erst im nächsten Jahr nach der Begattung mit der regelmäßigen Eiablage; vorher wurden in Versuchen nur vereinzelt Eiablagen festgestellt. Der späte Beginn der Eiablage scheint mit der parasitischen Koloniegründung der *F. rufa rufa* in Zusammenhang zu stehen. Bis zur endgültigen Adoption bei einer Kolonie der Hilfsameisen dauert es oft längere Wochen und Monate. Aus diesem Grund wohl kann das *F. rufa rufa*-Weibchen nicht sofort mit der Eiablage beginnen.

b) *Formica rufa rufo-pratensis minor*

Das einzelne Weibchen von *F. rufa rufo-pratensis minor* ist infolge der geringen Tagesproduktion von nur 10 Eiern der Königin von *F. rufa*

rufa bedeutend unterlegen, und so betrachtet, kann man wohl von einer Auslese bei der monogynen Art sprechen. Das Eier legende Weibchen von *F. rufa rufo-pratensis minor* ist auch kaum von dem nicht Eier legenden, etwa frischgeschlüpften zu unterscheiden. Ein Ameisenvolk mit einer einzigen, so wenig produktiven Königin könnte sich unter den gegebenen Verhältnissen kaum behaupten. Aber auf Grund des großen Königinnenreichtums ist diese Art, jeweils als ganzes Volk betrachtet, der *F. rufa rufa* mit ihrer viel produktiveren Einzelkönigin doch sehr überlegen.

Die Eiablage setzt bei der *F. rufa rufo-pratensis minor* bald nach der Begattung ein. Auch hierin zeigt sich ein Gegensatz zur *F. rufa rufa*. Wahrscheinlich steht dieser frühzeitige Beginn der Eiablage im Zusammenhang mit den besonderen Lebensverhältnissen dieser Art. Da die jungen Weibchen von *F. rufa rufo-pratensis minor* entweder im eigenen Nest bleiben oder bei benachbarten Nestern der eigenen Kolonie, die sich auf 25000 qm ausdehnen kann, nach dem Hochzeitsflug Aufnahme finden, besteht die Möglichkeit in der bisher gewohnten Arbeitergesellschaft sofort mit der Eiablage zu beginnen, während sich das junge Weibchen von *F. rufa rufa* erst ein Nest der Wirtsameisenart erobern muß.

c) *Formica rufa rufo-pratensis major*

Von dieser Art sind die Lebensverhältnisse noch zu wenig geklärt. Wahrscheinlich nimmt *F. rufa rufo-pratensis major* auch bezüglich Intensität der Eiablage und Zeitpunkt der Eiablage eine Mittelstellung ein.

4. Der Arbeiterinnenstand

Entsprechend den großen Unterschieden in der Lebensweise der Königinnen der beiden extrem verschiedenen Waldameisenarten sind auch beim Arbeiterinnenstand Gegensätze zu erwarten. Die Anlagen der Arbeiterinnen werden durch die Weibchen weiter vererbt. Auf ein verschiedenes Verhalten der Arbeiterinnen gegen junge begattete Weibchen wurde bereits bei der Besprechung des Problems der Monogynie und Polygynie hingewiesen. Weitere biologische Unterschiede ergaben sich in der Befähigung zur Eiablage und im Lebensalter.

a) Eiablage

Auf die Befähigung von Ameisenarbeiterinnen zur Eiablage habe ich wiederholt hingewiesen. Bei wenigen Arten, wie *Tetramorium caespitum* haben die Arbeiterinnen gar keine Eiröhren. In manchen Fällen, wie *Lasius niger* wird Eiablage der Arbeiterinnen selten beobachtet, in anderen Fällen dagegen ist es nichts Ungewöhnliches, daß Arbeiterinnen Eier legen, bei *Leptothorax tuberum unifasciatus* und vor allem bei *Aphaenogaster subterraneus* ist die Eiablage eine sehr häufige Erscheinung (vgl. S. 85).

Bei *Polyergus rufescens* und *Formica* habe ich aus Arbeiterinneneiern stets nur Männchen gezogen. Die Reproduktionsfähigkeit des Arbeiterstandes der Ameisen läßt sich also nicht verallgemeinern.

α) *Formica rufa rufa*

Die im Winter in das Laboratorium zu Versuchszwecken aus dem Freiland eingebrachten Arbeiterinnen von *F. rufa rufa* haben stets in der wärmeren Umgebung mit der Eiablage begonnen. Ob hieran nur einige wenige oder viele Arbeiterinnen beteiligt waren, konnte nicht eindeutig festgestellt werden. Es befanden sich Exemplare mit besonders dickem Abdomen darunter, wie Abb. 7, S. 85 zeigt. Die Larven sind bei der Einwirkung höherer Temperatur sehr schnell geschlüpft. Die Eiperiode dauerte etwa bei 23° C 7—10 Tage, die Larvenperiode 14—18 Tage, und die Puppenreife etwa 13—14 Tage. Die ganze Entwicklung nahm also nur 34—42 Tage in Anspruch. Wie bereits erwähnt, gelangten aus den Arbeiterinneneiern der *F. rufa rufa* stets nur Männchen zur Entwicklung, und zwar waren diese vollständig normal gebaut (vgl. Abb. 4, S. 69) und von den anderen aus Königinneneiern stammenden Männchen nicht zu unterscheiden.

Inwieweit die Arbeiterinnen auch in Anwesenheit einer Königin Eier legen und die Arbeiterinneneiablage für die Entwicklung der Kolonie von Bedeutung ist, bedarf noch einer näheren Untersuchung. Sicher steht fest, daß in weisellosen Völkern die Eiproduktion der Arbeiterinnen nicht den Verfall der Kolonie aufhalten kann, da die aus den Eiern hervorgehenden Männchen für die Kolonie nutzlos sind und zudem bald sterben. In Kolonien, die eine Königin enthalten, könnte die Heranzucht von Männchen aus Arbeiterinneneiern die Kolonie zwar auch nicht fördern, jedoch ebenso wie in weisellosen Völkern zur Arterhaltung beitragen.

β) *Formica rufa rufo-pratensis minor*

Bei Arbeiterinnen dieser Art wurden im Gegensatz zur Art *F. rufa rufa* niemals Eiablage beobachtet, obwohl auch hier größere Exemplare von Arbeiterinnen im gleichen Nest vorkommen, die an die Größe von *F. rufa rufa*-Arbeiterinnen heranreichen.

γ) *Formica rufa rufo-pratensis major*

Bei dieser Rasse wurde die Eiablage nur selten festgestellt. Aus den Eiern entwickelten sich ebenfalls Männchen.

b) Lebensalter

Die Produktionsfähigkeit der Arbeiterinnen wäre belanglos für die Kolonie, wenn nicht einige wichtige Begleiterscheinungen damit verbunden wären, welche das Altern der Ameisen betreffen.

α) *Formica rufa rufa*

In einer früheren Arbeit über die verschiedene Widerstandsfähigkeit der Ameisenarten gegen Arsenfraßgift (1938a) habe ich auf die außerordentlich große Resistenz von Arten, deren Arbeiterinnen regelmäßig Eier legen, hingewiesen. Da auch die Eier legenden Weibchen sehr viel widerstandsfähiger sind gegen Gifte und andere ungünstige Faktoren, wie trockene Luft, als Arbeiterinnen, ist wohl die Annahme berechtigt, daß die größere Widerstandskraft in irgendeinem Zusammenhang mit der Produktionsfähigkeit steht. Die im Laboratorium gehaltenen *F. rufa rufa*-Arbeiterinnen lebten viel länger als die kleinen *F. rufo-pratensis*. Im Freien konnten sich weisellose Ableger der *F. rufa rufa* und *F. rufa rufo-pratensis major* nunmehr schon einige Jahre halten, während die weisellosen Ableger der *F. rufa rufo-pratensis minor* binnen 1 Jahr sich aufgelöst hatten. Vermutlich haben die *F. rufa rufa* und *F. rufa rufo-pratensis major* ein höheres Lebensalter. Die Ovarien können bei Nichtgebrauch und mangelnder Ernährung abgebaut werden und das Tier auf längere Zeit am Leben erhalten. Das gilt bei der Einwirkung ungünstiger Umweltbedingungen. So haben z. B. Königinnen der *F. rufa rufa*, die in Gefangenschaft bei mangelnder Ernährung gehalten wurden, nach 5 Monaten keine einzige Eiröhre mehr besessen. Dabei war das Ausgangsmaterial vollwertig und in der ganzen Zeit konnte von den noch jungen Königinnen keine einzige Eiablage beobachtet werden. Wenn der Besitz gut entwickelter Ovarien, wie wir ihn bei Weibchen und Eier legenden Arbeiterinnen, z. B. *F. rufa rufa* feststellen können, unter ungünstigen Bedingungen den Tod hinausschiebt, dann dürfte auch der natürliche Alterstod (bei verwandten Arten vergleichbar) bei Eier legenden Arbeiterinnen später eintreten, als bei solchen, die nicht zur Eiablage befähigt sind. Diese Annahme bietet eine Erklärung für die Langlebigkeit der *F. rufa rufa* und der *F. rufa rufo-pratensis major*.

β) *Formica rufa rufo-pratensis minor*

Im Vergleich zur *F. rufa rufa* scheinen die Arbeiterinnen von *F. rufa rufo-pratensis minor* ein kürzeres Lebensalter zu haben. Jedes Jahr im Herbst tritt ein großes Sterben ein. Für die künstliche Vermehrung ist die Berücksichtigung der kürzeren Lebensdauer dieser Art mit von ausschlaggebender Bedeutung (vgl. S. 112).

5. Die Kolonien

Die Weibchen und Arbeiterinnen bilden bei den Ameisen den wesentlichsten Bestandteil der Kolonie. Wenn nun diese beiden Kasten bei den extrem verschiedenen Waldameisenarten so große Unterschiede in der Lebensweise aufweisen, dann muß sich dieser Gegensatz auch auf die Eigenart und Entwicklung der Gesamtkolonie auswirken. Die größere

Produktivität des einzelnen Weibchens und die größere Widerstandsfähigkeit der Arbeiterinnen von *F. rufa rufa* bieten nur einen geringen Ausgleich für die durch den Königinnenreichtum bedingte außerordentlich große Vermehrungskraft der kleinen *F. rufa rufo-pratensis*. Der starke Königinnen- und Individuenreichtum der letzten Art bringt eine weitgehende Aufspaltung einer Kolonie in Einzelnester mit sich.

a) Individuenreichtum

Der Individuenreichtum einer Kolonie ist bedingt durch die Produktivität und Widerstandskraft des Weibchen- und Arbeiterinnenstandes. Beide müssen sich durchaus nicht immer ganz ergänzen und ein völliges Gleichgewicht der Arten bedingen. Vielmehr sind als ausgleichender Faktor oft noch Außenumstände, wie Feinde, Parasiten erforderlich.

α) *Formica rufa rufa*

Die Art *F. rufa rufa* besitzt als Eigenschaften, welche die Individuenzahl der Kolonie fördern, die starke Produktivität des Einzelweibchens und die große Lebenskapazität des Arbeiterinnenstandes, durch welche somit die durch das Weibchen erworbene Populationsgröße länger gewahrt wird als bei anderen Arten. — Die im Tag abgelegte Eimenge wird auf Grund von Laboratoriumsbeobachtungen für den Durchschnitt auf 300 Stück angegeben. Die Legetätigkeit beginnt bei Berlin im April und endigt im September. Etwa $4^1/_2$ Monate stehen als Legeperiode zur Verfügung, da jedoch in manchen kalten Gegenden sich diese Zeit verkürzt, möge als Mittel eine Legezeit von 4 Monaten angenommen werden. Eine ungestörte Legetätigkeit vorausgesetzt, beträgt die Eizahl im Monat 9000 Stück, im ganzen Sommer 36000 Stück. Das gilt für vollentwickelte Kolonien. Falls das *rufa*-Weibchen in eine sehr schwache Kolonie der Wirtsameise eingedrungen ist, geht die Entwicklung langsamer vor sich, weil wenig Arbeiterinnen der Wirtsameisen zur Aufzucht dieser Eizahl nicht ausreichen. Da jedoch nunmehr die junge Waldameisenkolonie sehr schnell heranwächst und sich selbständig macht, spielt die Größe der Wirtsameisenkolonie nur eine untergeordnete Rolle. Die Produktivität der Königin kann, von der absoluten Eiablagekapazität abgesehen, durch den Zustand der Kolonie bedingt sein, indem bei besserer Fütterung mehr und bei schlechter Fütterung weniger Eier abgelegt werden. Solche Schwankungen können jedoch bei einer Berechnung des Bevölkerungszuwachses, die ohnedies nur theoretischen Wert hat, außer acht bleiben. Das Lebensalter der Waldameisenkönigin wird auf 15—20 Jahre geschätzt. Zwar wurden die gleichen Nester 50 Jahre lang und darüber beobachtet, jedoch steht nicht fest, auf welche Waldameisenart sich diese Beobachtung bezieht. Ferner ist noch die Frage offen, ob auch bei *F. rufa rufa*, wie bei *F. rufa rufo-pratensis minor*, ein Ersatz der gestorbenen alten Königin durch Adoption einer neuen erfolgen kann. Im allgemeinen

kann mit einem Alter eines Nestes von *F. rufa rufa* bis zu 20 Jahren gerechnet werden. Hierbei werden, theoretisch gerechnet, etwa 720000 Arbeiterinnen aufgezogen. In der gleichen Zeit dürfte der Abgang an Arbeiterinnen unter Berücksichtigung der Widerstandsfähigkeit und längeren Lebensdauer des Arbeiterstandes dieser Art etwa 220000 betragen. Nach dem Tod der Königin ist die weisellose Kolonie dieser Art noch einige Jahre lebensfähig. Diese berechnete Zahl stimmt ungefähr mit der abgeschätzten Zahl besonders großer Kolonien der *F. rufa rufa* überein. Bei der Schätzung ist zu berücksichtigen, daß die Nester der *F. rufa rufa* zwar sehr steil und umfangreich sein können, daß jedoch die Tiere hier bei weitem nicht so dicht zusammenleben, wie durchschnittlich *F. rufa rufo-pratensis minor*.

β) *Formica rufa rufo-pratensis minor*

Diese Art besitzt als Eigenschaft, welche den Individuenbestand seiner Kolonien fördert, vor allem den großen Königinnenreichtum der Nester. Der einzelnen Königin in einem Nest der *F. rufa rufa* stehen hier einige hundert bis einige tausend Königinnen gegenüber. Die Mindestzahl der Königinnen in mittelgroßen Nestern mag auf Grund von Ausgrabungen auf 200 angenommen werden, die Höchstzahl auf 5000. Wichtig ist, daß bei *F. rufa rufo-pratensis* die Zahl der Königinnen schwanken kann, während die monogyne Art stets nur eine Königin besitzt und nicht darüber hinaus kann. Die Kolonievermehrung von *F. rufa rufo-pratensis minor*, erfolgt durch natürliche Ableger, die sofort eine größere Zahl von Königinnen und Arbeiterinnen mit bekommen, in einem Verhältnis, das die Aufzucht der Brut gewährleistet. In Ablegern, die durch Zuwanderung in bisher freie Stubben erst einige Tage alt waren, habe ich 200 Königinnen gefunden. Um einen Vergleich der Bevölkerungszunahme mit *F. rufa rufa*-Kolonien zu ermöglichen, sei auch bei der polygynen Form ein Alter von 20 Jahren zugrunde gelegt, obwohl die Nester der kleinen Form von *F. rufa rufo-pratensis* wegen der Möglichkeit ständiger Nachzucht und Aufnahme junger Königinnen potentiell unsterblich sind. Angenommen, ein Nest enthält nur 200 Königinnen, dann beträgt der Zuwachs auf dieser Grundlage im Monat 60000 und im Jahr 240000, in 20 Jahren 4800000 Arbeiterinnen gegen 720000 Arbeiterinnen der *F. rufa rufa*. Bei der Zugrundelegung von 5000 Königinnen wächst der Bestand eines Nestes von *F. rufa rufo-pratensis minor*, im Monat auf 1,5 Millionen, im Jahr auf 6 Millionen und in 20 Jahren auf 120 Millionen an. Dabei ist noch außer acht gelassen, daß die Zahl der Weibchen bei *F. rufa rufo-pratensis* nicht konstant bleibt, sondern durch Aufnahme junger Königinnen stetig wächst, und zwar nicht nur in einem Nest, sondern in den vielen allmählich gegründeten Zweignestern. Die angenommene Grundzahl könnte sich also theoretisch noch vervielfachen. Allerdings bildet nun die kürzere Lebensdauer und geringere Widerstandsfähigkeit der *F. rufa rufo-pratensis*

minor bis zu einem gewissen Grad einen Ausgleich. Es ist damit zu rechnen, daß von 100 000 Arbeiterinnen dieser Art im Jahr, je nach Alter 20 000—60 000 sterben. Ferner ist gerade die individuenreiche polygyne Art besonders von Räubern und Parasiten heimgesucht (vgl. S. 112), welche den Ausgleich vollenden. Aber gleichwohl ist die erreichbare und praktisch erreichte Höchstzahl des Individuenbestandes bei der *F. rufa rufo-pratensis minor* sehr viel höher als bei *F. rufa rufa.* Sie beträgt etwa 6—20 Millionen Arbeiterinnen bei der polygynen Art im Vergleich zu etwa 500 000 bei der monogynen Ameise. Auch diese Erwägung ist von großer Bedeutung für die praktische Vermehrung der roten Waldameise.

b) Nester

Es gibt Kolonien mit einem Nest und mit mehreren Nestern. Voraussetzung für den Besitz mehrerer Nester ist die Polygynie. Aber nicht jede polygyne Art muß mehrere Nester haben. Die zu einer Kolonie gehörigen Nester bezeichnet man zweckmäßig nicht als Zweigkolonien, sondern als „Zweignester" einer Kolonie. Eine Kolonie umfaßt alle Nester, die untereinander in Verkehr stehen und alle Nester, deren Bewohner sich nicht feindlich gegeneinander verhalten. Der Begriff „Kolonie" bedeutet, daß alle zugehörigen Individuen und Nester geruchlich uniform sind, er bedeutet also eine gleichwertige Einheit sich duldender Ameisen. „Zweigkolonien" sind Nester, die sich aus einem Kolonieverband herausgelöst und geruchlich selbständig gemacht haben. Zwischen Zweigkolonien und zur „Stammkolonie" besteht daher Feindschaft. Künstliche Zweigkolonien, die in der Nähe oder weit weg von der Stammkolonie ausgesetzt worden sind, werden als „Ableger" bezeichnet. Dieser Ausdruck ist bezüglich des Verhältnisses indifferent. Es muß sich auch erst noch erweisen, ob zwischen Ableger und Stammkolonie, bzw. zwischen den Ablegern der auf gleichem Geruch beruhende Verkehr aufrecht erhalten wird oder ob sich der Ableger ganz selbständig macht und zum Feind anderer Ableger und der Stammkolonie wird. Diese begriffliche Festlegung von Fachausdrücken sei hier vorausgeschickt, um bei Beginn größerer praktischer Arbeiten mit Ablegern und Zweignestern usw. begrifflichen Verwirrungen vorzubeugen.

a) Formica rufa rufa

Die Kolonien der *F. rufa rufa* haben nur ein Nest, sind also monodom. Die Einzahl des Nestes entspricht der Monogynie und der geringeren Individuenzahl im Vergleich zu anderen Waldameisenarten. Ferner mag auch die ökologische Eigenart des vorherrschenden Biotops dieser Art mitbestimmend sein für die Beibehaltung eines einzigen Nestes. Denn *F. rufa rufa* lebt in weniger gut durchsonnten Wäldern und in

diesem schattigen Lebensraum würde eine Nestzersplitterung mit zu großem Wärmeverlust verbunden sein.

β) *Formica rufa rufo-pratensis minor*

Der außerordentlich große Individuenreichtum der Kolonien von *F. rufa rufo-pratensis minor* zwingt zur weitgehenden Aufteilung in Einzelnester. Diese Art ist also polydom. Die Aufspaltung in Einzelnester entspricht zugleich der Polygynie dieser Art. Kolonien mit 30 bis 60 Nestern sind da, wo die Ameisen nicht ausgeplündert werden, keine Seltenheit. Mitunter ist ein Gebiet von 250000 qm dicht von einer einzigen Kolonie besetzt. Abgesehen von der Polygynie und dem dadurch hervorgerufenen Individuenreichtum wird die Polygynie durch ökologische und biologische Besonderheiten gefördert. Das Bevorzugen lichterer Standorte ermöglicht eine weitgehende Aufspaltung auch in kleinere Nester ohne Gefährdung des Wärmehaushaltes. Die Aufteilung der Kolonie wird ferner gefördert durch die Eigenart regen Umtransportes von Larven und Königinnen bei dieser Art (vgl. S. 98). Für die Ernährung der Kolonie bedeutet die Aufspaltung in Einzelnester einen großen Vorzug, weil damit umfassendere Jagdgebiete erschlossen werden. So wird also der Individuenreichtum der kleinen Form von *F. rufa rufo-pratensis* in die richtigen Bahnen gelenkt.

Von besonderem biologischen Interesse ist der Aufbau des polygynen Staates der *F. rufa rufo-pratensis minor*. Während wir bei der *F. rufa rufa* nur Einzelnester finden, setzt sich die Kolonie der *F. rufa rufo-pratensis minor* aus einer mehr oder weniger großen Zahl von Zweignestern zusammen. Auch das einzelne Nest umfaßt bei dieser letzten Art streng genommen eine große Zahl von Nestern, nämlich die geschilderten Nestkammern mit einer Königin, Arbeiterinnen und Brut, die zusammen theoretisch jeweils eine selbständige Kolonie darstellen können. Es wäre vielleicht angebracht, solche polygyne Nester als soziale Brutgemeinschaft aufzufassen. Die räumlich getrennten Kammern stehen durch Pfade miteinander in Verbindung. Die Brut aller Kammern wird einheitlich mit Nahrung versorgt und genießt den Schutz des ganzen Volkes, sowie den Wärmehaushalt. Die fertigen Larven und Puppen gelangen einheitlich aus allen Brutkammern zusammen in den Oberbau, wo sie infolge der vorteilhafteren Temperaturverhältnisse schneller ausreifen. Es ist in solchen polygynen Nestern wie in einer Fabrik. Das Rohmaterial, der Nahrung vergleichbar, wird gemeinsam herangebracht und an die Kammern verteilt und hier mit Hilfe der Arbeiterinnen durch die Brut verarbeitet. Die Fertigprodukte, nämlich die erwachsenen Larven und Puppen, werden wieder gemeinsam im Obernest zur Reife gestapelt und verlassen dieses nach dem Schlüpfen.

Diese Nesteinteilung bei *F. rufa rufo-pratensis* gilt nur für die Sommermonate. Im Frühjahr, kurz nachdem die Königinnen während der

Sonnungsperiode an die Nestoberfläche gekommen waren, kann man die Eier im Oberbau, also in der Nestkuppel finden, und ebenso junge Larven. Dieser jahreszeitlich bedingte Unterschied erklärt sich dadurch, daß in den Sommermonaten die Nestkuppel für das Gedeihen der Eier und Junglarven zu trocken ist, während in den Frühjahrswochen die Nestkuppel noch genügend Feuchtigkeit besitzt.

Der Verkehr der Nester von der kleinen *F. rufa rufo-pratensis* untereinander ist ein sehr reger. Es scheint mit die Hauptbeschäftigung dieser Art zu sein, von einem Nest zum anderen zu wandern. Dabei ist nicht immer ein Sinn in den Wanderungen festzustellen. Nach beiden Seiten können die Ameisen laufen, die Gefährtinnen in ihrer Richtung mitschleppen, andere tragen zusammengerollte Gefährtinnen in entgegengesetzter Richtung. Auch Brut wird hin und her geschleppt, meist Larven, die vor der Reife stehen, und zwar bis 200 m weit. Auch in dieser Tätigkeit ist kein bestimmtes einheitliches Ziel zu erkennen. Sogar Königinnen habe ich beim Umtransport angetroffen. Die Königinnen lassen sich, zusammengerollt wie Arbeiterinnen, von Arbeiterinnen tragen. Diese Last der viel schwereren Königin scheint der tragenden Arbeiterin keine Mühe zu bereiten, obwohl sehr lange und unebene Pfade zu überwinden sind. So findet zwischen den Nestern der kleinen *rufo-pratensis* ein unterbrochener Austausch statt, besonders nach Ausplünderung und Puppenentnahme, wodurch ein schneller Ausgleich wieder hergestellt wird.

Die Eigenart des Königinnenreichtums, ferner des leichten Fortschrittes in der Besetzung eines Gebietes infolge der Bildung von Zweignestern und des regen Austausches von Ameisen macht *F. rufa rufo-pratensis minor* zu einem sehr günstigen Objekt zum Masseneinsatz gegen die Schädlinge im Wald.

γ) *Formica rufa rufo-pratensis major*

Diese oligogyne Art nimmt auch bezüglich Nestzahl eine Mittelstellung zwischen den beiden extremen monogynen und polygynen Waldameisen ein. Wir finden Einzelnester wie bei *F. rufa rufa*, jedoch auch Kolonien mit Zweignestern. Die größte Nestzahl einer Kolonie (Schorfheide), die ich festgestellt habe, betrug 20 Stück. Der Verkehr ist jedoch meist von Nest zu Nest sehr locker, oder besteht gar nicht mehr. Die frühere Zusammengehörigkeit läßt sich dann nur noch durch Austausch von Arbeiterinnen feststellen, welche sich, falls sie von der gleichen Kolonie sind, vertragen. Für *F. rufa rufo-pratensis major* gilt wohl vor allem die bisher allgemein aufgestellte Annahme, daß sich die Kolonien durch Bildung von Zweignestern vermehren, die sich allmählich selbständig machen nach Aufnahme einer Königin der eigenen Stammkolonie. Die Straßen, die von einem großen Nest der großen *F. rufa rufo-pratensis* bis zum anderen führen, habe ich meist schmal befunden, bis 20 cm.

Dagegen sind die Verkehrsstraßen der kleinen Form von *F. rufa rufo-pratensis* oft sehr breit, 1 m und darüber und doch dicht begangen. Vielleicht steht dieser Unterschied mit dem großen Individuenreichtum der *F. rufa rufo-pratensis minor* in Zusammenhang, oft mag auch die Eigenart der Bodenverhältnisse und der Entfernung der Nester eine Rolle spielen.

6. Feinde

Die rote Waldameise nimmt im Wald eine Großmachtstellung unter den Insekten ein. Sie müßte daher viel stärker verbreitet sein, wenn sie nicht spezielle Feinde hätte, die eine starke Dezimierung verursachen. Besonders die kleine Form von *F. rufa rufo-pratensis*, welche eine außerordentlich hohe Vermehrungskraft besitzt, könnte so zahlreich sein, daß es in ihrem Biotop kaum mehr Lücken gibt. Tatsächlich aber finden wir heute nur noch schwache Ameisenbestände. Es ist unsere Aufgabe, zu untersuchen, welche Ursachen das Schwinden der Ameisen bewirkt haben, und in Zukunft dafür zu sorgen, daß diese nützlichen Raubinsekten in den von Schädlingen bedrohten Wäldern ihre volle Tätigkeit entfalten können. Von großem Schaden war für die Ameisen die Plantagenwirtschaft, welche ein natürliches Wachstum der Kolonien verhinderte. Über die Unterdrückung der Ameisen durch Feinde aus dem Tier- und Pflanzenreich, ferner durch den Menschen, habe ich schon wiederholt berichtet. In dieser Arbeit soll daher nur vergleichend auf die Einwirkung der Ameisenfeinde unter Berücksichtigung der Artunterschiede der Ameisen Bezug genommen werden.

a) Tiere

Mit der Bevölkerungsdichte einer Art wächst das Heer der Feinde. Demzufolge müßte die besonders individuenreiche und nestreiche *F. rufa rufo-pratensis minor* die meisten Feinde haben. Es wurde bereits erwähnt, daß die Faktoren kürzere Lebensdauer und geringere Widerstandsfähigkeit bei dieser Art nicht zur Erklärung des zwar im Vergleich zu *F. rufa rufa* häufigeren, absolut jedoch zu geringen Vorkommens ausreichen. Tatsächlich ist auch gerade die kleine Form von *F. rufa rufo-pratensis* mit gefährlichen Parasiten und Räubern befallen. In allen bisher von mir beobachteten Kolonien dieser polygynen Art konnte ich als Schmarotzer Schlupfwespen (*Elasmosoma berolinense* Ruthe) feststellen. Die Schlupfwespenimagines rütteln wie Falken über den Ameisen, stoßen blitzschnell auf die Ameisen herab und belegen diese mit ihren Eiern. Die Ameisen, welche die Gefahr bemerken, nehmen zwar nach oben Kampfstellung ein mit weit geöffneten Kiefern, sie können jedoch der flinken Parasiten nicht habhaft werden. Die Schlupfwespenlarven entwickeln sich im Abdomen der Arbeiterinnen, sie verlassen dieses bei ihrer Reife, um sich dann in der Erde einzuspinnen. Diese Gespinste werden von den

Ameisen nicht behelligt. Die Arbeiterinnen, die den Parasiten als Wirte gedient haben, gehen zugrunde. In einer besonders stark befallenen Kolonie aus dem Wildpark bei Potsdam, starben die Ameisen zu Tausenden an den Folgen der Parasitierung im Laboratorium. Dieser Schlupfwespenparasit vermag also eine gewaltige Dezimierung der Ameisen zu verursachen. Bei anderen Arten konnte ich ihn bisher noch nicht finden.

Ein weiterer gefährlicher Feind von *F. rufa rufo-pratensis minor* (in Gegenden in denen *F. sanguinea* besonders stark verbreitet ist, ist auch diese Art stark befallen), ist der Käfer *Clytra quadripunctata*, der in der Lage ist, ganze Völker auszurotten. Näheres über *Clytra* vgl. Escherich 1917 S. 24 und Skwarra 1927. Im Frühjahr 1938 habe ich bei Prenden in einem einzigen Nest 300 Käfer und viele Larven festgestellt. Die meisten Ameiseneier in den befallenen Nestern werden von von den *Clytra*-Larven aufgefressen. Die Ameisen können sich gegen diesen Feind nicht wehren; denn die *Clytra*-Larven sind an das Leben im Ameisennest angepaßt. Die Larven leben in einem Gehäus. Sobald die Ameisen gegen den Schädling angehen, zieht sich dieser in sein Gehäuse zurück, und versperrt mit seinem stark chitinisierten Kopf den Eingang. Es handelt sich also um einen „Trutz-Typ" der Ameisengäste. Manche von diesem Schädling befallene Nester sind vollständig ohne Brut und müssen daher aussterben. Zur Rettung der Ameisen können die Käfer im Frühjahr, wenn sie vor dem Abflug sich auf der Nestoberfläche ansammeln, leicht getötet werden, ebenso die Larven, wenn man die Nester etwas ausgräbt. Als Feind der *Clytra quadripunctata* habe ich früher bei Würzburg die Mutillide *Smicromyrme montana* Pz. *f. nigrita* Gir. (= Schmiedekn., det. H. Bischoff) festgestellt. Die Mutillidenlarve zehrt im *Clytra*-Köcher die Larve oder Puppe der *Clytra* von außen her auf und verpuppt sich dann auch darin (vgl. Gößwald 1934/35, S. 127).

Die Aufzucht von krüppelhaften, zu keiner Arbeit fähigen Pseudogynen als Folge der Anwesenheit des Käfers *Lomechusa strumosa* ist im Nest bei der roten Waldameise selten. Ich habe ein einziges stark befallenes Nest von *F. rufa rufo-pratensis minor* bei Krippen im Elbsandsteingebirge gefunden (24. August 1940). Die im Nest der roten Waldameise aufgezogenen *Lomechusa strumosa* wanderten zu dieser Zeit bereits in ihr Winterquartier zu *Myrmica rubra* aus.

Als indirekter Feind der Ameisen kommen Coccinelliden (Marienkäferchen) in Frage. Es ist bekannt, daß sich die Ameisen zu insektenarmen Zeiten vorwiegend von den Exkrementen der Rindenläuse ernähren. In den großen Verbreitungsgebieten der kleinen Form treten begünstigt durch die Pflege der Ameisen äußerst starke Massenvermehrungen dieser Rindenläuse ein. Die Folge ist, daß sich nun auch die Feinde der Rindenläuse stark vermehren. So wurde 1938 ein von *F. rufa rufo-pratensis minor* besetzter Kiefernbestand sehr dicht besetzt mit den Rindenläusen

der Ameisen befunden. Im Frühjahr 1939 setzte eine Massenvermehrung von Marienkäferchen ein, so daß binnen kurzem die Rindenlauspopulation fast ausgerottet war. Der Verlust der Rindenlausherden bedeutet einen fühlbaren Ausfall einer Ernährungsmöglichkeit für die Ameisen. Die Marienkäferchen sterben zwar wieder aus oder wandern ab, nachdem sie die Rindenlauspopulation vernichtet haben und die Ameisen können nun neuerdings mit der Heranzucht der Rindenläuse beginnen. Aber zeitweise wird die Entwicklung der Kolonien doch beeinträchtigt, wenn nicht die Nahrung auf andere Weise, etwa durch Insektenraub aus weiterer Umgebung ergänzt werden kann. So birgt gerade die große Wohndichte der kleinen Form von *F. rufa rufo-pratensis* Gefahren, in der Anlockung von Räubern und Parasiten der Nester und der Nutztiere, die den mehr vereinzelten Nestern der anderen Waldameisenarten in diesem Ausmaß erspart bleiben. Dieser Umstand kann bei der künstlichen Massenvermehrung von Bedeutung werden und ist durch rechtzeitige Gegenmaßnahmen zu berücksichtigen (vgl. S. 114).

b) Menschen

Durch die Tiere und durch andere natürliche Feinde wird der Bestand der Ameisen in einem dynamischen Gleichgewicht gehalten, so daß keine allzu starke Übervermehrungen stattfinden. Die polygyne Waldameisenart, welche eine besondere Vermehrungskraft besitzt, wird demzufolge am meisten von Feinden dezimiert. Diese Dezimierung ist bis zu einem gewissen Grad eine biologische Notwendigkeit. Nicht notwendig sind dagegen die Nestplünderungen von seiten des Menschen, durch den eine Ausrottung der Ameisen weit über das natürliche Maß hinaus stattgefunden hat. Diese Ausrottung der roten Waldameise, welche sich auf über 1000 Jahre nachweisen läßt, hat eine Reihe von empfindlichen Kalamitäten zur Folge gehabt, welche in Zukunft unbedingt vermieden werden müssen. Auch gegen den Menschen reagieren die einzelnen Waldameisenarten verschieden, ebenso wie gegen die natürlichen Feinde.

F. rufa rufo-pratensis minor wird durch den Menschen leichter aufgefunden, weil sie an Wegrändern und Waldlichtungen nistet und weil oft auf weite Strecken zahlreiche Nester zu einem Kolonieverband gehören, während *F. rufa rufa* mehr vereinzelt in dichteren Wäldern lebt. Demzufolge ist die kleine Form von *F. rufa rufo-pratensis* stärker den Plünderungen ausgesetzt. Das hat zudem einen technischen Grund: Beim Gewinnen der Puppen leistet die *F. rufa rufo-pratensis minor* bessere Arbeit, da die mit Puppen eingesammelten Arbeiterinnen aus biologischen Gründen (Zusammengehörigkeit vieler Nester zu einer Kolonie) die Puppen bei der Reinigung (Methode vgl. Gößwald 1938a) leichter zusammentragen als die *F. rufa rufa*. Diese Tatsache ist, wie ich mich überzeugen konnte, den Puppenplünderern bekannt.

Wegen der stärkeren Plünderung müßte demnach die *F. rufa rufo-pratensis minor* seltener sein als die *F. rufa rufa*. Gelegentlich ist das Umgekehrte der Fall: 1. wegen der früher angegebenen biologischen und ökologischen Gründe (vgl. S. 98 u. 107), 2. deswegen, weil sich die polygyne stark produktive Art leichter von den Plünderungen erholt. Zur Entnahme von Material für Ableger war ich gezwungen, selbst Nester von *F. rufa rufo-pratensis minor* auszuplündern. Von einem Volk über 10 großen und 10 kleinen Nestern machte ich 61 Ableger mit zusammen 1 200 000 Arbeiterinnen. Zur Zeit der Puppenreife wurden noch etwa 750 000 Arbeiterinnen und Puppen zum Auffüllen der Ableger entnommen. Trotz des Verlustes von etwa 3000 Königinnen und 2 Millionen Arbeiterinnen hat sich das Volk im gleichen Jahr gut entwickelt und sogar 20 neue Ableger gegründet. Solche Fälle habe ich wiederholt bemerkt. Eine derartige Ergänzung kann nur bei der *F. rufa rufo-pratensis minor* stattfinden, einmal deswegen, weil mehrere Nester untereinander in Verbindung und Individuenaustausch stehen, sodann wegen des Königinnenreichtums, der eine ungeheuer starke Produktion zur Folge hat. Demgegenüber sind die Nester der *F. rufa rufa* nicht so individuenreich, sie enthalten nicht so viel Brut. Ein Ersatz von anderen Nestern kann nicht stattfinden. Hierzu kommt, daß sich die Plünderungen und die damit verbundene Störung des Wärmehaushaltes im Waldesinneren und an den schattigeren Standorten der *F. rufa rufa* viel stärker zum Nachteil der Ameisen auswirken, als an dem sonnigeren und wärmeren Standort der *F. rufa rufo-pratensis minor*.

Wenn nun die Puppenplünderer behaupten, daß ihre Eingriffe in die Nester der Ameisen nicht schaden, ja sogar den Anlaß bilden zu neuen Nestgründungen, so kann nunmehr auf den wahren Sachverhalt hingewiesen werden: 1. Bei *F. rufa rufa* und fast allgemein in dichteren Beständen führt das Räuberhandwerk dieser Leute notwendig zu sehr ernsten Folgen für Kolonien. In den meisten Fällen wird der Fortbestand der Nester sehr in Frage gestellt. 2. Bei *F. rufa rufo-pratensis minor* sind „die durch die Entnahme der Puppen hervorgerufenen Auffrischungen der Nester und Neugründungen“ auf den Umtransport von Arbeiterinnenlarven und Königinnen aus anderen Nestern zurückzuführen. Die Entnahme von Puppen wird zwar von der polygynen Art aus biologischen und ökologischen Gründen leichter ertragen, verursacht jedoch eine sehr starke Schwächung des Volkes, wodurch die weitere Ausbreitung der polydomen Art, die natürlicherweise 20—60 Nester umfassen müßte, verhindert wird. Das Puppensammeln ist also unter allen Umständen zu verbieten. Die Ameisen sind für den Wald und somit für die Volkswirtschaft wichtiger als die Vogelliebhaberei. Für Museen und sonst wissenschaftlich begründeten Bedarf müßten Kolonien der stark produktiven Art zur Puppenentnahme in geeigneten Wäldern angelegt werden.

Wie der Mensch in der Lage war, den Bestand der Ameisen unnatürlich stark zu reduzieren, so muß er es nunmehr zur Rettung des Waldes fertig bringen, den Bestand wieder auf seine natürliche Höhe zu bringen, und darüber hinaus vor seinen Feinden zu schützen.

7. Zusammenfassung

Die Einzelanlagen der Waldameisen stehen jeweils in engem Zusammenhang und prägen den Gesamteindruck jeder Art. Bei *F. rufa rufa* bedingt die Monogynie eine gewisse Selektion, diese bewirkt eine größere Eiproduktion der Königin, eine besondere Größe und Widerstandskraft des Arbeiterstandes, der zudem auch produktionsfähig ist. Die Monogynie bedingt wieder Einzelnester.

Die Polygynie der kleinen Form von *F. rufa rufo-pratensis* hat keine Auswahl und höhere Entwicklung der Art zuwege gebracht. Die Weibchen sind wenig produktionsfähig, die Arbeiterinnen gar nicht, letztere haben zudem eine sehr geringe Widerstandskraft gegen widrige Außenfaktoren. Durch den außerordentlich großen Königinnenreichtum, der vor allem dadurch zustande kommt, daß die Arbeiterinnen dieser Art nicht, wie bei *F. rufa rufa*, junge begattete Weibchen im Nest töten, sondern vielmehr dem Bestand an Königinnen einverleiben. Durch den gleichen Faktor, der eine höhere Entwicklung der Art verhinderte, wird also zugleich ein außerordentlicher Individuenreichtum bewirkt. Auch das kürzere Lebensalter der kleinen Form von *F. rufa rufo-pratensis* wird durch die starke Produktivität der Kolonien ausgeglichen. Im ganzen genommen werden die Kolonien der polygynen Art um ein Vielfaches größer als die der monogynen Art. Die Polygynie, verbunden mit dem ungeheuren Individuenreichtum, bringt eine starke Aufspaltung der Kolonie in viele Einzelnester mit sich.

Die große oligogyne Form von *F. rufa rufo-pratensis* nimmt eine Mittelstellung ein. Ganz ist die Biologie dieser Art noch nicht geklärt.

Ökologische, biologische und auch physiologische Eigenschaften lassen sich auf eine Linie bringen: Die widerstandsfähigere *F. rufa rufa* ist zum Bewohnen dichteren und daher kälteren Waldes, sogar Laubwaldes befähigt. Zur Beibehaltung des Wärmehaushaltes sind hier große Nester erforderlich unter Vermeidung von Aufspaltungen und übereinstimmend mit der Lebensweise finden wir bei *F. rufa rufa* nur Einzelnester. Die empfindlichere kleinere Form von *F. rufa rufo-pratensis* nistet am Waldrand und an gut durchwärmten sonnigen Lichtungen. Hier sind zur Aufrechterhaltung des Wärmehaushaltes keine so großen Nester erforderlich. Gelegenheit zur Aufspaltung in viele kleinere Kolonien ist gegeben. Auch hier läßt sich wieder eine Übereinstimmung der Wohnweise und Lebensweise erkennen, indem diese polygyne und individuenreiche Art sich in sehr viele Einzelnester aufzuspalten pflegt. Die Nester der *F. rufa rufo-pratensis major* sind meist in Beständen mit gemäßigtem Waldklima.

Diese Art nimmt auch biologisch eine Mittelstellung ein. Die Zweignester sind nur in geringer Zahl vorhanden und meist größer als die der polygynen Art.

Die Feinde der individuenreichen *F. rufa rufo-pratensis minor* sind zahlreicher und wirkungsvoller als die der weniger individuenreichen *F. rufa rufa*. Menschlichen Eingriffen ist die polygyne *Formica*-Art häufiger ausgesetzt als die monogyne. Auch hier findet insofern ein Ausgleich statt, weil die stark produktive *F. rufa rufo-pratensis* nicht ganz so sehr wie die *F. rufa rufa* unter den Plünderungen leidet.

V. Berücksichtigung der Artunterschiede bei der künstlichen Vermehrung

Die Ergebnisse der Artstudien sind von ausschlaggebender Bedeutung für die künstliche Vermehrung der roten Waldameise. Jede Art hat ihre Vorteile und Nachteile. Alle bisher bekannt gewordenen positiven Faktoren sind zur schnellen Massenvermehrung auszunützen und die negativen nach Möglichkeit zu umgehen. Dieses Vorgehen ist deshalb möglich und nötig, weil die rote Waldameise infolge bisheriger menschlicher Eingriffe nicht im entferntesten die Stellung einnimmt, die diesem nützlichen Raubinsekt natürlicherweise zukommt. Es ist sehr viel freies Wohngebiet zu besiedeln.

In dieser Arbeit sollen die Folgerungen, die sich aus der nunmehrigen Kenntnis über die verschiedene Lebensweise der drei Waldameisenarten ergeben, zunächst nur theoretisch erörtert werden. Denn im einzelnen kommt es bei der Königinnenzucht, Wahl des richtigen Standortes, beim Aussetzen der Ableger und Überwachung ihrer Entwicklung auf so vielerlei technische Kleinigkeiten an, daß diese in besonderen Arbeiten behandelt werden müssen (vgl. Gößwald 1940b).

1. Königinnenzucht

Die biologischen Grundlagen der Königinnenzucht wurden bereits in großen Zügen Seite 100—102 besprochen. Da die Arbeiterinnen der *F. rufa rufa* die eigenen im Nest aufgezogenen Weibchen sofort nach deren Begattung töten, müssen die geflügelten Geschlechtstiere von dem Stammnest getrennt werden, sobald sie zu schwärmen anfangen. Dagegen können die Weibchen der *F. rufa rufo-pratensis minor* bis nach der Begattung im Stammnest verbleiben. Dies bedeutet eine Erleichterung der Aufzucht von Königinnen. Die Weibchen der *F. rufa rufo pratensis major* werden nur teilweise nach der Begattung getötet. Wenn ein großer Bedarf an Königinnen dieser Art vorliegt, werden sie, wie *F. rufa rufa*, vor der Begattung von den Arbeiterinnen getrennt. Sonst bedeutet die Tötung einiger Weibchen eine Art Auslese.

2. Wahl des Standortes

Für alle Arten sind gut besonnte Plätze, etwa an Wegrändern auf der Südostseite bis Südwestseite, oder an entsprechend besonnten Lich-

tungen am vorteilhaftesten. Falls verschieden dichte Bestände zu besiedeln sind, gilt folgendes: *F. rufa rufa* kann in dichteren Beständen, auch Laubwald, besonders in Eichenwald ausgesetzt werden, *F. rufa rufo-pratensis minor* an lichteren Plätzen, *F. rufa rufo-pratensis major* an mäßig schattigem Standort. Zu meiden sind nach Möglichkeit: Tiefpunkte von Mulden, Nordhänge, Westhänge, Nordosthänge, hoher dichter Graswuchs, zu dichte Bestände. Besonders geeignet sind sonnige Hänge und Wegränder, kleine Erhebungen, Gebiete mit geringer Bodenvegetation.

3. Zusammenstellung der Ableger

Die Ableger werden möglichst frühzeitig im April oder Mai ausgesetzt. Eine spätere Nachgabe von Material zur Zeit der Puppenreife (Arbeiterinnen) aus dem gleichen Stammnest hat sich als sehr vorteilhaft erwiesen. Die Zusammenstellung der Ableger ist artbedingt.

a) *Formica rufa rufa*

F. rufa rufa nimmt endgültig nur eine einzige Königin an. Es hat also keinen Zweck, Ablegern dieser Art möglichst viel Weibchen mitzugeben. 1—3 Weibchen genügen, 2 können etwa im Überschuß vorhanden sein, falls die eine oder andere bei der schwierigen Adoption verloren geht. Die Zahl der Arbeiterinnen soll 40 000—100 000 betragen. Je schattiger der Standort ist, desto mehr Arbeiterinnen muß der Ableger umfassen, damit er sich an dem ökologisch ungünstigen Standort halten kann. Das Weibchen dieser Art setzt erst im 2. Jahr mit der vollen Legetätigkeit ein. Der Ableger muß also auch aus diesem Grund viel Arbeiterinnen mitbekommen, damit die Zeit bis zur natürlichen Vermehrung gut überstanden wird. Die größere Lebenskapazität und längere Lebensdauer der *F. rufa rufa* hilft diese produktionsfreie Zeit zu überbrücken.

Bei der Aufstellung des Planes zur Besetzung eines Waldgebietes mit der roten Waldameise ist zu berücksichtigen, daß *F. rufa rufa* eine monodome Art ist, und demnach selbständige Bildungen von Zweignestern nicht zu erwarten sind.

b) *Formica rufa rufo-pratensis minor*

Die Ableger der polygynen *F. rufa rufo-pratensis minor* müssen unbedingt eine größere Anzahl von Königinnen erhalten, 50—1000 Stück. Denn 1. haben die ausgesetzten Arbeiterinnen eine sehr geringe Lebenskapazität und geringe Widerstandsfähigkeit. 2. ist die Fruchtbarkeit des einzelnen Weibchens viel zu gering, um auch nur den Bestand aufrecht zu erhalten. Der Königinnenreichtum dieser Art ist als fördernder Faktor unbedingt auszunützen. Nachfüllen der Ableger zur Zeit der Puppenreife ist hier besonders zweckmäßig. Die Zahl der Arbeiterinnen muß dem Königinnenreichtum entsprechen, damit die zahlreiche Brut auch aufgezogen werden kann. Es werden 20 000—100 000 Arbeiterinnen bei-

gegeben. Da die Weibchen dieser Art kurze Zeit nach der Begattung mit der Eiablage beginnen, kann sich der Ableger bereits im ersten Jahr sehr stark vergrößern.

Bei der Besetzung eines Waldes mit dieser Art kann damit gerechnet werden, daß gut angegangene Ableger bald Zweignester gründen. Die Besiedlung beginnt an den günstigsten Plätzen. An weniger vorteilhaftem Standort werden verstärkte Ableger ausgesetzt.

c) *Formica rufa rufo-pratensis major*

Die Ableger der oligogynen *F. rufa rufo-pratensis major* werden ähnlich zusammengesetzt wie die Ableger der eben erwähnten polygynen Art. Hier werden 20—200 Königinnen beigegeben.

Die Bildung von Zweignestern dieser oligogynen und oligodomen Art geht nur sehr zögernd vor sich. Manchmal bleiben die Nester allein. Die Besiedlung hat also hier dichter zu erfolgen als bei der polygynen Art.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die drei Waldameisenarten sich bestens ergänzen, vor allem in ökologischer Hinsicht, so daß sämtliche Nadelwaldbiotope, sogar Laubwälder weitgehend besetzt werden können. Die Versuche, die rote Waldameise künstlich zu vermehren, gehen auf einige Jahrzehnte zurück. Bereits Ratzeburg (1844 und 1866) empfiehlt die Verbreitung dieses nützlichen Raubinsektes zum Schutz des Waldes gegen die Waldverderber. In Unkenntnis der tief eingreifenden Verschiedenheiten in der Bionomie der Waldameisenarten ging man von der Annahme aus, daß die Nester allgemein eine größere Anzahl von Königinnen besitzen. Daraus leitete man eine einfache Kolonievermehrung ab. Man füllte einige Säcke von Ameisen und setzte sie aus. Diese Art von Kolonievermehrung, die nicht eine künstliche Königinnenzucht sich zunutze macht, bedeutet eine Materialverschwendung. Sie mußte in vielen Fällen schon aus biologischen Gründen mißlingen. Willkürlich gewonnene Ableger der monogynen *F. rufa rufa*, sind mit großer Sicherheit nicht im Besitz einer Königin. Von der *F. rufa rufo-pratensis minor* konnte eine auf dieser Grundlage durchgeführte Kolonievermehrung nur dann gelingen, wenn sie zu einer Zeit durchgeführt wurde, in der die Königinnen gerade an der Oberfläche des Nestes waren, also im zeitigen Frühjahr, oder wenn die Stammnester sehr tief ausgegraben worden waren. Ähnliches gilt für *F. rufa rufo-pratensis major*. Hier hatte die Kolonievermehrung nur dann Erfolg, wenn sehr viel Material ausgesetzt wurde. In einem Forstamt, dessen Ableger ich besichtigte, war man so vorgegangen, daß jedes Jahr einige wenige oder nur eine sehr starke Neugründung stattfanden. Für jeden Ableger wurden 6—8 große Säcke voll Nestmaterial mit Ameisen und Brut ausgeschüttet. Da es sich gerade um die *F. rufa rufo-pratensis major* handelte, welche etwa 20—50 Königinnen besitzen kann, ist die Vermehrung gelungen, ohne daß die näheren biologischen Zusammenhänge dem Versuchsansteller zum Bewußtsein gekommen waren.

Unter Ausnutzung einer Königinnenzucht hätte man mit dem gleichen Stammaterial an Arbeiterinnen statt eines einzigen bis 20 Nester im Jahr gründen können. Die in dieser Arbeit dargelegten Koloniegründungsmethoden wurden in wenigen Monaten ausgearbeitet. Nebenher liefen die biologischen Untersuchungen über Artunterschiede. Die Versuche zur Vermehrung der roten Waldameise sind also noch längst nicht abgeschlossen

Tabelle 3

	Formica rufa rufa	*Formica rufa rufo-pratensis minor*	*Formica rufa rufo-pratensis major*
Größe der Weibchen	6—9 mm	4—7 mm	5—8 mm
Größe der Arbeiterin	10—11 mm	9—10 mm	9—10,5 mm
Thoraxfarbe der großen und mittleren ☿	reinrot oder dunkler Fleck auf Pronotum	dunkler Fleck auf Pro- und Mesonotum zusammenhängend	dunkler Fleck auf Pro- oder Pro- und Mesonotum übergehend
Augen	unbehaart	unbehaart	unbehaart
		selten ganz schwach behaart [1]	
Abdomen	glänzend	glänzend	glänzend [2]
Zahl der ☿ je Liter	30 000	65 000	45 000
Zahl der ♀ je Nest	1	200—5000	bis 20
Eiablage je ♀ und Tag	300	10	30
Eiablage von ☿	sehr häufig	nicht beobachtet	selten
Zahl der Eiröhren beim ♀	110—135 paarig	61—65 paarig	80—85 paarig
Zahl der Eiröhren beim ☿	3—9 paarig	0—3 paarig	bis 4 paarig
Zahl der Nester einer Kolonie	1	bis 100	bis 20
Größe der Nester	sehr groß	klein bis groß	sehr groß
Form der Nester	Steilkuppel	vorwiegend flach	flach—mittel—steil
Kern des Nestes	mit Stubben	mit Stubben	mit Stubben [3]
Zweigkolonienbildung	keine	in der Regel	gelegentlich
Verhalten der ☿ gegenüber begatteten ♀ der eigenen Kolonie	♀ werden getötet	nicht getötet	teilweise getötet
☿-Puppen-Aufzucht im Jahr je Nest	36 000	240 000—2 000 000	80 000
Wohndichte im Nest	mäßig	sehr dicht	mittel
Lebensalter der ☿	lang	kurz	mittel
Parasiten und Räuber im Nest	wenig	sehr viel	mäßig viel
Einfluß der Puppenentnahme	vernichtend	schädigend	stark schädigend
Für künstliche Ableger erforderlich	1—3 ♀, 50 000 ☿	50—1000 ♀, 2 mal 50 000 ☿	20—50 ♀, 50 000 ☿
Standort (vorwiegend)	Laub-, Nadel-, und Mischwald	Nadelwald	Nadelwald
Besonnung (alter Nester)	mäßig	gut	mittel

[1]) Bei *Formica rufa pratensis* behaart.
[2]) Bei *Formica rufa pratensis* matt.
[3]) Bei *Formica rufa pratensis* ohne Stubben.

und noch ausbaufähig, wenn auch bereits gute praktische Erfolge erzielt werden konnten, über die ich an anderer Stelle berichtete (1940b).

C. Schluß

An Stelle einer Zusammenfassung der einzelnen Ergebnisse über die Art-, bzw. Rassenunterschiede bei der roten Waldameise möge die Tabelle 3 dienen. Im übrigen sei auf die Zusammenfassungen am Schluß der einzelnen Abschnitte verwiesen.

Durch die vergleichenden Untersuchungen sollte zunächst einmal die Tatsache des Bestehens von Rassenunterschieden festgelegt werden. Die Unterschiede sind systematisch, ökologisch, physiologisch und biologisch festgestellt. Einige von ihnen sind von großer praktischer Bedeutung, so z. B. die verschiedene Fruchtbarkeit, Lebensdauer und ökologische Verbreitung der Rassen. Als Folge ergibt sich die Notwendigkeit, derartige Unterschiede bei der künstlichen Vermehrung zu berücksichtigen. Die Ursache des Mißlingens vieler bisheriger Vermehrungsversuche wurde aufgeklärt und ganz neue Wege zum Masseneinsatz des nützlichen Raubinsekts wurden gewiesen.

Für die Zukunft ergeben sich weitere wichtige Aufgaben. So z. B. die Untersuchung, ob Kreuzungen der Rassen möglich sind, als nächstes Auslese bzw. Zucht von Stämmen, die besonders erfolgreich sind im Kampf gegen die Forstschädlinge. Die Möglichkeiten sind noch längst nicht alle erschöpft.

Durch praktische Versuche, über die ich an anderer Stelle berichtet habe, wurde bereits die Möglichkeit der Massenvermehrung der roten Waldameise bewiesen. Es bleibt zu wünschen übrig, daß die Forstwirtschaft von dieser Möglichkeit, die von Schädlingen bedrohten Wälder auf natürlicher Grundlage wirksam und billig zu schützen, reichlich Gebrauch macht. Der Einsatz der roten Waldameise ist deshalb so bedeutungsvoll, weil er nicht allein eine Bekämpfungsmethode der Schädlinge darstellt, sondern vor allem vorbeugend die Massenvermehrung der Schädlinge unterdrückt. Neben der Rückkehr zum natürlicheren Mischwald stellt die Vermehrung der roten Waldameise die wichtigste Maßnahme zur Wiedergesundung des Waldorganismus dar.

Literaturverzeichnis

Alpatov und Arnoldi (1928), Insektenbestimmungsbuch von Philippi S. 718.
André (1874), Manuel descriptif des Fourmis d'Europe pour servir à l'étude des insectes myrmécophiles. Rev. Mag. Zool. 3, II, 184.
— — (1881) Species des Hpménoptères d'Europe et d'Algérie. Baune Formicidae **2**, 183, 184, 187, 189.
Bignell, J. (1882), Nat. 143.
Bingham (1903), Faun Brit. India. Hym. 2, 333.
Bondroit (1917/18), Fourm. France. Bull. Soc. Ent. France S. 147, 174, 175, 255.
— — (1918) Les Fourmis de France et de Belgique. Ann. Soc. Ent. Fr. **87**, 55, 57, 59.

Brun (1925), Ein Fall von Hirntumor bei den Ameisen. Schweiz. Arch. Neurol. Psychologie **16**, 86.
Buchanan-White (1872), Sert. Nat. 1, 222.
Christ (1791), Naturgeschichte, Classification und Nomenclatur vom Bienen-, Wespen- und Ameisengeschlecht. S. 510. 512. Frankfurt a. M.
Dalla Torre (1893), Catalogus Hymenopterorum. 7. Formicidae S. 206—209. Leipzig.
De Geer (1771), Mémoires pour servir à l'histoire des insectes **2**, 1053, 1080, 1081. Stockholm.
Donisthorpe (1911), A revised list of the Britisch ants. Entomol. **44**, 390.
— — (1912) Entomol. Rec. **24**, 9.
— — (1914) Entomol. Rec. **26**, 40/41.
— — (1919) Entomol. Rec. **31**, 2.
— — (1926) Entomol. Rec. **38**, 19.
— — (1927) British Ants. S. 281, 287, 288, 309/310.
Ebrard (1861), Nouvelles observations sur les fourmis. Bilb. Univ. et Rev. Suisse **66**, (n. S.) S. 466—509.
Eckstein (1937), Die Nester der Waldameisen *Formica rufa* L., *Formica truncicola* Nyl. und *Formica exsecta* (Nyl.), For. Mitt. Forstwirtsch. und Forstwiss. 635—685.
Eidmann (1926), Die forstliche Bedeutung der roten Waldameise. Zeitschr. f. angew. Entomologie S. 298—331.
Emery (1909), Beiträge zur Monographie der Formiciden des paläarktischen Faunengebietes II. D. ent. Z. 179, 185, 188, 205.
— — (1915/16) Formicidae in: Fauna entomologia Italiana. Bull. Soc. Ent. Ital. **47**, 255, 256.
— — (1925) Genera Insectorum 183, 254.
Escherich, K. (1917), Die Ameise. Schilderung ihrer Lebensweise. 2. Auflage. Braunschweig, Verlag Friedr. Viehweg u. Sohn.
Fabrizius (1775), Systema Entomologiae S. 391. Flensburg und Leipzig.
— — (1781) Species Insectorium **1**, S. 489. Hamburg und Kiel.
— — (1787) Mantissa Insectorum **1**, 308. Kopenhagen.
— — (1793) Entomologia systematica **2**. Kopenhagen.
— — (1804) Systema Piezatorum secundum Ordines. Genera et Species 398. Braunschweig.
Farren-White (1895), Ants ways 202, 303, 271, 232.
Fenger (1862), Allgemeine Orismologie der Ameisen, mit besonderer Berücksichtigung des Wertes der Classifikationsmerkmale. Arch. Naturg. **28**, 282—350.
Förster, A. (1850), Hymenopterologische Studien. Jahresber. höherer Bürgerschule Aachen. I. Formicidae **6**, 13, 17, 21.
Forel, A. (1874), Les Fourmis de la Suisse. N. Denkschr. allg. Schweiz. ges. Naturwiss. Zürich 26, 50, 52, 53, 55, 57, 364.
— — (1875) Études myrmécologiques en 1875. Bull. Soc. Vaud. Ser. 2, **14**, 5, 59, 96, 184, 189.
— — (1886) Études myrmécologiques en 1886 Polymorphisme, observations sur le moers du *Formicoxenus nitidulus* Nyl. et de quelques autres hôtes de la *Formica pratensis* Deg. Ann. Soc. Ent. Belg. **30**, 136, 138.
— — (1904) Über Polymorphismus und Variation bei den Ameisen. Zool. Jahrb. Suppl. 7, 580.
— — (1904) Anal. Mus. St. Petersburg **8**, 385.
— — (1913) Notes sur quelques *Formica* (Nouveaux sousgenres de Formica). Ann. Soc. Ent. Belg. **57**, 361.
— — (1915) Faun. Insect. Helvet. (Hymenopt. Formic.). Beilage z. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. S. 56, 57, 58, 60.
Girard (1879), Traité Élém. **2**, 1011.

Gould (1747), An accaunt of English ants 838. London.
Gößwald (1932), Ökologische Studien über die Ameisenfauna des mittleren Maingebietes. Z. wiss. Zool. **142**, 1—156.
— — (1933a), Die künstliche Verbreitung der roten Waldameise *Formica rufa* L. unter besonderer Berücksichtigung ihrer Bionomie und Ökologie. Forstw. Centralblatt **55**, 333—340.
— — (1933b) Weitere Untersuchungen über die Biologie von *Epimyrma gösswaldi* Men. und Bemerkungen über andere parasitische Ameisen. Z. wiss. Zool. **144**, S. 262—288.
— — (1933/34) Über Ameisengäste und -schmarotzer des mittleren Maingebietes. Ent. Zeit. **48**. Frankfurt a. M.
— — (1938a) Über Empfindlichkeitsunterschiede einiger Ameisenarten gegen Arsenfraßgifte. Arbeit. phys. angew. Entomologie **5**, 137—154. Berlin-Dahlem.
— — (1938b) Über den Einfluß von verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Lebensäußerungen der Ameisen. I. Die Lebensdauer ökologisch verschiedener Ameisenarten unter dem Einfluß bestimmter Luftfeuchtigkeit und Temperatur. Z. wiss. Zool. **151**, 337—381.
— — (1938c) Über die Ausrottung und Wiederverbreitung der roten Waldameise. Deutsche Forstzeitung **7**, 1020—1024.
— — (1938d) Über den Vorgang und die Folgen des Puppensammelns der roten Waldameise *Formica rufa* L. und Vorschläge zum Schutz dieses nützlichen Raubinsekts. Zeitschr. f. angew. Entomologie **25**, 397—418.
— — (1938e) Grundsätzliches über parasitische Ameisen unter besonderer Berücksichtigung der abhängigen Koloniegründung von *Lasius umbratus mixtus* Nyl. Zeitschr. f. wiss. Zoologie 151, S. 101—148.
— — (1940a) Beobachtungen über den Schutz eines Kiefernbestandes vor der Kiefernbuschhornblattwespe *Diprion (Lophyrus) pini* L. durch die rote Waldameise. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen Jahrg. 72, Heft 12, S. 370—378.
— — (1940b) Künstliche Besiedlung eines Kiefernwaldes mit der kleinen roten Waldameise. Mitt. Forstwirtschaft und Forstwissenschaft S. 97—119.
— — (1940c) Die rote Waldameise im Winter. Deutsche Forstzeitung 9, S. 6—7.
— — (1041) Über den Einfluß von verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Lebensäußerungen der Ameisen. II. Über den Feuchtigkeitssinn ökologisch verschiedener Ameisenarten und seine Beziehungen zu Biotop, Wohn- und Lebensweise. Zeitschr. f. wiss. Zoologie 154, S. 247—344.
v. Hagens (1868), Einzelne Bemerkungen über Ameisen. Entom. Zeit. **12**, 265. Berlin.
v. d. Hooven (1826), Bijdr. natuurk. vet. **1**, 441.
Huber (1861), Recherches sur les moers des fourmis indigènes 320. Paris 1810. Neudruck 1861.
Jurine (1807), Nouvelle méthode de classer les Hyménoptères et Diptères **1**. 272.
Karawajew (1926), Arb. phys. math. Abt. Ukrain. Akad. Wiss. **4**, 282, 283.
— — (1930) Beitrag zur Ameisenfauna der schwedischen Inseln Gotland und Oeland. Mém. Ac. Sc. Ukraine (phys. math.) **15**, 148.
— — (1936) Formicidae Ukraine. Trav. Inst. Zool. Biol. Ac. Sc. Ukraine S. 163—316.
Krauße (1929), Ameisenkunde. Einführung in die Systematik und Biologie der Ameisen. Stuttgart.
Lamarck (1801), Syst. An. sans Vert. 268, Nr. 124.
Latreille (1798), Essai sur l'histoire des fourmis de France 39.
— — (1802) Histoire naturelle des fourmis 143. Paris.
— — (1805) Histoire naturelle Ins. **13**, 255.
— — (1809) Genera Crustaceorum et Insectorum **4**, 126. Paris.
— — (1810) Cous. Gen. Crust. Ins. 311, 441, 437.
Lepeletier de Saint-Fargeau (1836), Histoire naturelle des Hyménoptères I, 201.

Linné (1721), Fauna Suecica 962.
— — (1756) Systema naturae Ed. 7, 10, Bd. 1, 580.
Lomnicki (1924), Übersicht der polnischen Arten der Gattung *Formica* L. Bull. ent. Pologne **3**, 26.
Losana (1834), Saggio sopra le formiche indigene del Piemonte. Mem. Ac. Sc. Torino **37**, 318, 324.
Lubbock (1882), Ants, bees, wasps 5. Aufl., 441.
Mayr (1855), Formicina austriaca. Verh. zool. bot. Ver. **5**, 329, 332. Wien.
— — (1861) Die europäischen Formiciden 45—48. Wien.
— — (1877) Fedtschenkos Turkestan. Formicid. p. 6.
Meinert (1860), Bidrag til de danske Myrers Naturhistoire. Sansk. Vidensk. Selscab (Nat. Afd.) **5**, 39 (275—340).
Meyer-Dür (1859), Die Ameisen um Burgdorf. Mitt. naturf. Ges. S. 39. Bern.
Müller, H. (1873), Befrucht. Blumen 464.
Nassonov (1889), Ges. naturh. Ent. **58**, S. 17, 63, 64. Leningrad.
Nylander (1846), Adnotationes in Monographiam Formicarum borealium, Europae auctore Nylander. Soc. exhibid. 9. Febr. 1846 **2**, S. 902, 906.
— — (1849), Additamentum alterum adnotatiomum in monographiam formicarum borealium Europae. Acta Soc. Fennic. **3**, S. 23, 26, 30, 48.
Nylander (1856), Nynopsis des Formicides de France et de l'Algerie. Ann. Sc. Nat. (Zool.) Ser. 4, **5**, S. 60, 61.
Olivier (1791), Histoire naturelle des Insects **6**, 487.
Panzer (1880), Fauna Insectorum Germaniae **5**, 54.
Parfitt (1880), Trans. Devon. Assn. Sc. Art. **12**, 513.
Ratzeburg (1844), Forstinsekten III. Teil. Berlin.
— — (1866) Waldverderbnis.
Roger (1859), Beiträge zur Ameisenfauna der Mittelmeerländer. Berl. Entom. Zeit. **3**, 236.
— — (1861) Verzeichnis der Formicidengattungen und -Arten (vgl. 1863).
— — (1862) Über Formiciden. Synonymische Bemerkungen. Berl. Ent. Zeit. **6**, 287.
— — (1863) Verzeichnis der Formicidengattungen und -Arten. Berl. Ent. Zeit. **6**, Beilage S. 1—65.
Rossi (1790), Faun. etrusc. syst. **2**, 11, 113, 836.
Ruszky (1905), Formicarii Imperii Rossici. Arbeiten naturf. Ges. Kais. Univ. Kasan **38**. 320, 337.
Schenk (1852), Beschreibung Nassauischer Ameisenarten. Jahresber. Ver. Naturkunde Nassau **8**, S. 23, 136, 28, 138.
— — (1853/54) Die nassauischen Ameisenspecies. Ent. Zeit. **14**, S. 160. Stettin.
Schrank (1731), Enum. Ins. Austr. 824. Need Mém. Brux, 11.
Scopoli (1763), Entomologia carniolia. Insecta Formica S. 312—314. Wien.
Skwarra, El. (1927), Über die Ernährungsweise der Larven von *Clytra quadripunctata*. Zool. Anz. 71, S. 83—96.
Saunders (1880), Synopsis British Heterogyna Foss. Hym. 201 u. f.
— — (1896) Hymen. Acul. 21.
Smith, F. (1842), Notes on the habits of various species of British Ants. Tr. ent. Soc. **3**, 151—154.
— — (1854) Essay on the genera and species of British formicidae. Tr. ent. Soc. Ser. **2**, III, 95—135. London.
— — (1858) List British Animals. Brit. Mus. **6**, 3.
— — (1858) Catalogue of Hymenopterous Insects in the collection of the British Museum **6**, 49, 168.
— — (1865) Entom. Mag. 2, 29 und Ent. Ann. 1865, 85, 87 und 1866 126/127.
Soudek (1922), Mravenci. Cechoslovensko. republ. Brno S. 73, 75, 76, 77, 79, 80.

Stitz (1939), Die Tierwelt Deutschlands 37. Teil Ameisen S. 338, 339, 341. Jena.
Wasmann (1887), Über die Lebensweise einiger Ameisengäste. Deutsche Ent. Zeit. S. 109.
— — (1891) Verzeichnis der Ameisen und Ameisengäste von Holländisch-Limburg. Tijdschr. Ent. **34**, 46/47.
— — (1905) Ursprung und Entwicklung der Sklaverei bei den Ameisen. Biol. Centralblatt **25**, 199/200.
— — (1906) Über ein merkwürdiges Heizmaterial bei *Formica pratensis*. Zeitschr. wiss. Insekt. Biol. **2**. S. 42.
— — (1909) Zur Kenntnis der Ameisen und Ameisengäste von Luxemburg. III. Teil. Archives Trimestrielles publiées par la section des sciences naturelles, physiques et mathematiques (Luxemburg, Druckerei Brück).
— — (1929) Bemerkungen zu G. Wellensteins „Beiträgen zur Biologie der roten Waldameise". Zeitschr. f. angew. Entomologie **14**.
— — (1934) Die Ameisen, die Termiten und ihre Gäste. Verlag Manz, Regensburg.
Wellenstein (1928), Beiträge zur Biologie der roten Waldameise (*Formica rufa* L.) mit besonderer Berücksichtigung klimatischer und forstlicher Verhältnisse. Zeitschr. f. angew. Entomologie **14**, 1—68.
Westwood (1840), Introduktion to the modern classification of Insects. Synopsis Gen. **2**, S. 83.
Wheeler, W. M. (1908), Comparative ethology of the European and North American ants. J. Psych. Neurol. **13**, 426/27.
— — (1910) Ants, their structure, development and behaviour S. 222, 445. New York.
— — (1911) A List of the type species of the Genera and Subgenera of Formicidae. Ann. New York Acad. Sc. **21**, 162; ebenda **23**, 79, 1913.
— — (1913) A revision of the ants of the genus *Formica*. Bull. Mus. Compar. Zool. Harvard **153**, 381, 390, 393, 425, 427, 428, 429.
Zetterstedt (1840), Insecta Lapponica S. 449. Leipzig.

Zur Kenntnis der Kiefernschonungsgespinstblattwespe (Acantholyda erythrocephala L.)

Von

F. Schwerdtfeger, Eberswalde

(Mit 17 Abbildungen)

Inhalt

Seite

1. Vorbemerkungen 124
2. Beobachtungsgebiet 126
3. Geschichte des Auftretens 128
4. Phänologie im Jahre 1940 130
5. Beobachtungen und Untersuchungen zur Bionomie und Ökologie von *Acantholyda erythrocephala* L. 131
   a) Fraßbild 131
   b) Lage der überwinternden Larven im Boden 133
   c) Gewicht der überwinternden Larven und Geschlechterverhältnis 135
   d) Schlüpfbereitschaft 137
   e) Entwicklungsdauer der Puppe 138
   f) Aktivität, Kopula, Eiablage und Lebensdauer der Wespe 139
   g) Ort der Eiablage, Entwicklung und Mortalität der Eier 142
   h) Fraß, Wanderungen, Stadien und Mortalität der Larven 148
6. Bekämpfung 152
7. Zusammenfassung 155
8. Schrifttum 156

1. Vorbemerkungen

Unter den drei *Acantholyda*-Arten, welche auf der gemeinen Kiefer vorkommen, spielt im allgemeinen die dickungbefallende *erythrocephala* L. neben der kulturbewohnenden *hieroglyphica* Christ. die geringste Rolle, während die vorwiegend in Stangenhölzern auftretende *nemoralis* C. G. Thoms., (*pinivora* Ensl., *stellata* Christ.) als wirtschaftlich bedeutsamer Schädling bekannt ist. Judeich-Nitsche erwähnen 3 Schadauftreten der *A. erythrocephala*, und zwar 1828 im botanischen Garten zu Breslau, 1850 in Neubrück, Bezirk Frankfurt a. d. O. und 1852 in Liepe bei Eberswalde. Aus neuerer Zeit sind drei weitere Schadfälle bekannt

geworden. In den Jahren 1915—1917 trat die Wespe bei Küstendil in Bulgarien massenhaft auf, so daß Bekämpfungsmaßnahmen ausgeführt wurden (Joakimoff), 1918 und 1919 fraß sie gemeinschaftlich mit Forleule und Nonne in Holland (Oudemans), und 1922/1923 fand ein größerer Fraß bei Omsk in Sibirien statt (Prozorov). In einem länger als ein Jahrhundert währenden Zeitraum sind somit nur 6 Massenvermehrungen, die an weit auseinander liegenden Orten eintraten, bekannt geworden. Da auch in diesen wenigen Fällen der angerichtete Schaden meist geringfügig blieb, wird die Kiefernschonungsgespinstblattwespe in allen Lehr- und Handbüchern als ein Insekt gekennzeichnet, das zwar durch seinen Fraß hin und wieder auffallen kann, das aber keine wirtschaftliche Bedeutung besitzt (Escherich, Heß-Beck, Nüßlin-Rhumbler).

Um so bemerkenswerter ist eine Massenvermehrung der genannten Blattwespe im preußischen Forstamt Waitze, die vor dem Jahre 1937 einsetzte und in dem genannten und den folgenden Jahren zu umfangreichen und starken Fraßschäden führte. Die Gradation ist bis zum Jahre 1940 angestiegen, ohne daß gesagt werden kann, ob der Höhepunkt nunmehr erreicht ist. Wegen der durch den Krieg bedingten Personalverringerung des Instituts für Waldschutz in Eberswalde und der Einberufung des Verfassers zur Wehrmacht konnte eine eingehende Bearbeitung der Massenvermehrung im Befallsgebiet, die zweifellos erwünscht gewesen wäre, leider nicht durchgeführt werden. Immerhin war es möglich, auf Grund der Aufzeichnungen der örtlichen Forstbeamten, der Untersuchung laufend eingesandten Schädlingsmaterials und dreier Besichtigungsreisen (27. bis 29. März, 6.—9. Mai und 10.—15. Juni 1940) einige Einblicke in das Massenauftreten und die Lebensweise des Insekts zu gewinnen, die nachstehend veröffentlicht werden. Den Beamten des Forstamts Waitze, insbesondere den Herren Forstmeister Augath, Forstassessor Darup, Unterförster Ewert und Unterförster Plantikow schulde ich Dank für die mir geleistete Unterstützung. Meinem damaligen militärischen Vorgesetzten, Herrn Major v. Borstell, habe ich für das Entgegenkommen zu danken, das mir die Durchführung der hier niedergelegten Beobachtungen und Untersuchungen gestattete.

2. Beobachtungsgebiet

Das Forstamt Waitze liegt im Regierungsbezirk Schneidemühl, ostwärts Schwerin an der Warthe. Die östliche Reviergrenze bildete gleichzeitig die Reichsgrenze gegen das ehemalige Polen.

Der Forstamtsbezirk liegt zum größten Teil in einem Binnendünengebiet, dessen Klima durch spärliche Niederschläge, heiße Frühjahre und Sommer und kalte Winter ausgezeichnet ist. Der Übergang vom Winter zum Sommer vollzieht sich rasch. Eine Zusammenstellung der wichtigsten

Klimadaten nach dem Hellmannschen Klimaatlas habe ich 1936 (b) gegeben.

Die Standortsklassen sind hauptsächlich durch die III.—V. Bonität vertreten; die IV. Standortsklasse überwiegt bei weitem.

Das ganze Revier ist mit reiner Kiefer bestanden. Seine forstliche Eigenart ist bedingt durch die große Forleulengradation 1922—1924, die Waitze am schwersten unter allen preußischen Forstämtern heimsuchte und von einer Holzbodenfläche von 5905 ha insgesamt 4160 ha der Axt überantwortete. Die riesige Kahlhiebsfläche wurde bis zum Jahre 1931 wieder in Kultur gebracht, vorwiegend durch Pflanzung von Kiefern auf Pflugstreifen. Nach Abschluß der Kulturarbeiten bestand fast das ganze Revier aus einer einzigen, ausgedehnten Kulturfläche, die einschließlich der unbestockt gebliebenen Feuerschutzstreifen 4709 ha und damit rund 80% der Holzbodenfläche umfaßte. Heute ist ein großer Teil der Kulturen in das Dickungsalter eingetreten. Die vom Eulenfraß übriggebliebenen älteren Bestände ragen wie kleine Inseln aus dem Kultur- und Dickungsmeer heraus.

Die jetzt 9—12 Jahre alten Bestände haben seit ihrer Entstehung unter dem Einfluß einer Reihe von Schädlingen gestanden (Schwerdtfeger, a). Zwar sind die beiden wichtigsten Kulturschädlinge des deutschen Waldes, der Engerling (*Melolontha hippocastani* F. und *M. melolontha* L.) und der große braune Rüsselkäfer (*Hylobius abietis* L.) in Waitze fast unbekannt; dem Maikäfer fehlen die Fraßbäume zur Flugzeit und der Rüsselkäfer sucht vergebens nach Stöcken zur Ablage der Brut. Dagegen sind andere Insekten, die zum Teil unter normalen forstlichen Verhältnissen durchaus nicht häufig sind, in besorgniserregender Weise aufgetreten. Der Graurüßler (*Brachyderes incanus* L.) kommt seit 1931 jährlich in mehr oder minder großem Umfang vor; in den letzten Jahren scheint seine Vermehrung im Abklingen begriffen zu sein. Überaus schwere Schäden haben die beiden Kiefernwickler *Evetria buoliana* Schiff. und *E. turionana* Hb. angerichtet. Starker Fraß wurde hauptsächlich in den Jahren 1932—1936 beobachtet. Die Vermehrung ist dann, vermutlich durch Parasiten und Pilzkrankheiten, zu Ende gegangen. Die Schäden der beiden Wickler sind aber heute noch überall in Gestalt starker Mißbildungen der Pflanzen zu erkennen, die auf großen Flächen die Nutzholztauglichkeit der aufwachsenden Kiefern in Frage stellen. Das Werk der Schmetterlinge wird heute fortgeführt vom Rotwild, das durch Verbiß und Schälen schadet, in den riesigen Dickungskomplexen aber kaum kurz zu halten ist. In den Jahren 1932—1935 hat ein weniger häufiger Schädling, die rote Kiefernbuschhornblattwespe (*Diprion sertifer* Geoffr.) gefressen (Schwerdtfeger, b). Als neues Schadinsekt tritt nunmehr *Acantholyda erythrocephala* L. auf.

3. Geschichte des Auftretens

Fraß von *Acantholyda erythrocephala* wurde in Waitze erstmalig im Jahre 1937 beobachtet. Da die Revierbeamten infolge des gehäuften Schädlingsbefalls das Vorkommen von Insekten aufmerksam verfolgen, darf angenommen werden, daß 1937 tatsächlich das erste Fraßjahr war. Die Raupen fraßen etwa Mitte Juni in vorwiegend 9jährigen, schlechten, kusseligen, vom Wickler geschädigten Kulturen. Am 18. Juni 1937 wurden mit Larven besetzte Kiefernzweige an das Institut für Waldschutz in Eberswalde zur Untersuchung eingesandt; in dem Begleitschreiben hieß es, die Larven seien anscheinend infiziert, sie seien nach dem niedergegangenen Regen träge, auch seien bereits eingegangene Raupen beobachtet worden. Der Gesundheitszustand der eingesandten Larven konnte nicht mehr eindeutig festgestellt werden, da die Mehrzahl der ohnehin nicht zahlreichen Tiere durch den Transport gelitten hatte. Aus dem Aussehen der Kiefernzweige wurde geschlossen, daß der angerichtete Schaden nicht schwerwiegend sein konnte, da die Maitriebe wenig befressen waren.

Im Mai 1938 waren die vorjährigen Fraßflächen noch deutlich erkennbar. Die alten Nadeln fehlten, vorhanden waren fast nur die Nadeln der vorjährigen Maitriebe, die diesjährigen Maitriebe waren im Vergleich zu unbefressenen Pflanzen klein und schwach. In der zweiten Hälfte des Juni zeigte sich erneuter, starker Fraß; die Befallsflächen hatten sich gegenüber dem Vorjahr kaum vergrößert (Tabelle 1 und 2). Im Gegensatz zum Vorjahr wurden auch die Maitriebe teilweise befressen. Eine am 29. Juni 1938 erfolgte Einsendung von Larven an das Institut für Waldschutz wies wiederum einen beträchtlichen Teil offenbar während des Transports eingegangener Tiere auf. Von 50 äußerlich gesunden Raupen waren 9 (18%) von Schlupfwespen parasitiert. Die Larven waren zur Zeit der Untersuchung, am 4. Juli, ausgewachsen.

Tabelle 1

Befallsfläche der *Acantholyda erythrocephala* in ha

Unterförsterei	1937	1938	1939	1940
Rotheheide	—	3	495	376
Wilhelminenhof	—	—	94	416
Hoffnung	30	30	447	645
Kranzinbruch	—	—	210	196
Ziegelei	190	190	594	517
Insgesamt	220	223	1840	2150

Das Jahr 1939 brachte eine erhebliche Ausweitung der Befallsflächen. Die Ausdehnung der Flächen, in denen überhaupt das Vorkommen der

Wespe beobachtet wurde, ist für die Jahre 1937—1940 in Tabelle 1 zusammengestellt. Entsprechend gibt Tabelle 2 die Flächengrößen wieder, die stärkeren Befall mit nennenswerten Fraßschäden aufwiesen.

Tabelle 2

Flächen mit nennenswertem Fraß der *Acantholyda erythrocephala* in ha

Unterförsterei	1937	1938	1939	1940
Rotheheide	—	—	345	122
Wilhelminenhof	—	—	56	182
Hoffnung	—	—	153	381
Kranzinbruch	—	—	1	135
Ziegelei	150	150	298	244
Insgesamt	150	150	853	1064

Das Anwachsen der Befallsflächen von Jahr zu Jahr und namentlich der starke Vermehrungssprung im Jahre 1939 ist deutlich erkennbar. Der Larvenfraß wurde Anfang Juni bemerkt. Die Untersuchung von Raupen die am 6. Juni eingesandt wurden, ergab keine bemerkenswerten Krankheitserscheinungen. Am 30. Juni war der Fraß so gut wie beendet. Auf den seit 1937 befressenen Flächen wurde der Abgang an Pflanzen auf 5% geschätzt; außerdem waren hier allgemein die Maitriebe auffallend schwach entwickelt. Ein im November 1939 durchgeführtes Probesuchen nach im Boden ruhenden Larven ergab im

Jagen 125	36	Larven	je	Quadratmeter
„ 151	65	„	„	„
„ 152	31	„	„	„
„ 153	47	„	„	„

Ein am 28. und 29. März 1940 auf allen Befallsflächen durchgeführtes Probesuchen lieferte maximal 732 Larven je Quadratmeter. Es mußte daher, auch wenn nur ein Teil dieser Larven sich im Jahre 1940 zu Wespen entwickeln würde, mit einem weiteren, sehr starken Fraß gerechnet werden. Von Gegenmaßnahmen, die zunächst in Gestalt einer Bestäubung in Erwägung gezogen wurden, glaubte die Forstverwaltung aber absehen zu müssen, da die von Todfraß bedrohten Kulturen infolge Wickler- und Wildschäden qualitativ derart schlecht waren, daß der Aufwand einer Bestäubung sich nicht mehr gelohnt hätte. Angesichts der Möglichkeit, daß sich der Wespenbefall auf qualitativ bessere Kulturen ausbreiten könnte, die dann im Jahre 1941 geschützt werden müßten, wurde nur ein Versuch vorgesehen, um die Möglichkeit einer wirkungsvollen Bestäubung der Blattwespe zu prüfen.

Die Gradation hat an den Grenzen des Forstamts Waitze nicht Halt gemacht. Auch das benachbarte Forstamt Lubiathfließ weist Fraßflächen auf, die im Jahre 1940 eine Ausdehnung von rund 450 ha erreichten.

Die Fraßstärke ist hier allerdings geringer als im Kerngebiet der Massenvermehrung. Auch benachbarte Privatforsten sind befallen. Es handelt sich hier um ähnliche, nach dem Forleulenfraß 1923/1924 entstandene Großkulturflächen wie in Waitze.

Herr Professor Dr. C. Metzger machte mich dankenswerterweise auf zwei weitere Schadorte der *A. erythrocephala* aufmerksam. Seit etwa 1937 verursacht diese Blattwespe schwere Fraßschäden an Murraykiefern auf einer 1 ha großen Versuchsfläche in der Gräflich von der Schulenburgschen Forst in Lieberose (Niederlausitz). Ferner frißt sie seit einigen Jahren ebenfalls auf einer Murraykiefernfläche von 8,4 ha Größe im Forstamt Neumünster (Holstein).

4. Phänologie im Jahre 1940

Nach den Aufzeichnungen der örtlichen Beamten hatten die Stadien der Gespinstblattwespe im Jahre 1940 in Waitze folgende Erscheinungszeiten:

Der Wespenflug begann etwa Mitte April und erlosch Ende Mai. Die Hauptflugzeit dauerte vom 2.—10. Mai. Der Flug war besonders stark bei sonnigem, warmem Wetter, während Kälte und Regen abschwächend auf ihn wirkten. Bestimmte Tagesstunden, an denen die Wespen vorzugsweise flogen, wurden nicht beobachtet; die Abhängigkeit der Flugintensität von der Temperatur äußerte sich dahin, daß zu den wärmsten Tageszeiten auch die relativ stärkste Flugtätigkeit herrschte.

Die ersten abgelegten Eier wurden am 3. Mai, die ersten geschlüpften Larven am 25. Mai gefunden. Eine am 27. Mai gesammelte Probe enthielt 291 Eier und 12 Larven; eine Woche später, am 3. Juni, fanden sich 11 Eier und 95 Larven. Der Hauptfraß setzte etwa am 17. Juni ein und dauerte bis 27. Juni. Vom 20. Juni ab begannen die Larven ihre Fraßbäume zu verlassen und in den Boden zu gehen.

5. Beobachtungen und Untersuchungen zur Bionomie und Ökologie von *Acantholyda erythrocephala* L.

a) Fraßbild

Ende März 1940 zeigte sich folgendes Bild:

Starke Fraßschäden wiesen in den leicht welligen Gebieten vorwiegend die Kuppen, also die trockensten Böden auf. Die Mulden und Senken waren meist weniger befallen.

Besonders heimgesucht waren schlechtwüchsige Kulturen, die zuvor von Graurüßler, Wickler und Wild geschädigt worden waren.

Die Raupen hatten regelmäßig zunächst die Altnadeln verzehrt, und erst wenn diese nicht mehr vorhanden waren, wurde der Maitrieb angegriffen. Bezüglich der Stärke und Art des Fraßes konnten 4 Stufen unterschieden werden:

Abb. 1. Die alten Nadeln sind abgefressen, der Maitrieb ist unversehrt. Fraßstufe 1

Abb. 2. Die Basis des Maitriebs ist befressen. Fraßstufe 2

1. Die Raupen haben lediglich die alten Nadeln gefressen. Die Kiefern besitzen die vollbenadelten und durchweg gut entwickelten Maitriebe (Abb. 1).

Abb. 3. Der ganze Maitrieb ist befressen. Seine Rinde weist Fraßspuren auf. Fraßstufe 3

Abb. 4. Der Maitrieb ist fast entnadelt. Starker Rindenfraß. Fraßstufe 4

2. Die Altnadeln haben zur Befriedigung des Nahrungsbedarfs der Raupen nicht ausgereicht, die Raupen haben auch den Maitrieb befressen, und zwar von unten beginnend. Die Nadeln an der Basis des Triebes sind nur mehr in Gestalt mehr oder weniger langer Stümpfe vorhanden. Nach oben zu werden die Stümpfe länger; am Triebende sind die Nadeln unversehrt (Abb. 2).

3. Nach Entnadelung der alten Triebe sind auch sämtliche Maitriebnadeln befressen. Die übriggebliebenen Reste sind zum Teil braun. Daneben hat platzförmiger Fraß an der Maitriebrinde stattgefunden. Vielfach ist der Rindenfraß stärker als der Nadelfraß (Abb. 3).

Abb. 5. Rindenfraß am Maitrieb

4. Der Maitrieb ist fast oder ganz entnadelt. Die wenigen Nadelreste sind fast sämtlich braun. Die Rinde des Maitriebes ist bedeckt mit zahlreichen Fraßnarben. Die Endknospen sind vielfach tot. Im Gegensatz zu den drei ersten Fraßstufen ist eine Erholung des Triebes nicht mehr möglich (Abb. 4).

Der Rindenfraß (Abb. 5) betrifft nur die oberen Schichten der Rinde. Er dringt nicht, wie etwa bei *Hylobius abietis*, bis zum Bast und Splint vor und kann infolgedessen nicht so gefährlich wie der des Rüsselkäfers sein.

Der in den Stufen 3 und 4 beobachtete Nadel- und Rindenfraß am Maitrieb ist bisher im Schrifttum nicht bekannt geworden. Es wird im Gegenteil immer wieder betont, daß *A. erythrocephala* ausschließlich die Altnadeln fresse und die Maitriebe verschone. Joakimoff berichtet, daß die Larven, nachdem die Altnadeln verzehrt waren, an Hunger zugrunde gingen, obwohl bis zu 30 cm lange, üppige Maitriebe vorhanden waren. Der starke Maitriebfraß in Waitze muß somit als neuartig angesehen werden.

b) Lage der überwinternden Larven im Boden

Auf den kaum eine Pflanzendecke aufweisenden Flächen lagen die überwinternden Larven im März 1940 ziemlich tief im Mineralboden. An einer Stelle wurde die Tiefenlage der Larven zahlenmäßig nachgeprüft. Der Boden zeigte hier folgendes Profil:

Bodendecke:	Cladonia, Nadeln, Spuren von Humus
darunter 2—3 cm	humusinfiltrierter, schwarzgrauer Sand
darunter 0—5 cm	weißgrauer Bleichsand
darunter	gelbbrauner Sand.

14 Larven wurden in Tiefen von 5—11 cm, im Mittel 6 cm unter der Oberfläche gefunden. Sie lagen fast durchweg im gelbbraunen Sand, unmittelbar unterhalb der humusfiltrierten bzw. gebleichten Sandschicht.

Nach Aussage der Forstbeamten wurden die Larven bei den Probesuchen vorwiegend in unmittelbarer Nähe vom Stamm gefunden. Eine Nachprüfung der Lage der überwinternden Larven in Beziehung zum Stamm wurde in folgender Weise vorgenommen: Auf einer Kultur wurde um eine etwas isoliert stehende 1,75 m hohe Kiefer eine Fläche von 4 qm abgesucht. Der Stammfuß der Kiefer fiel in die Mitte der Suchfläche. Die Fläche war in Quadrate von 25 cm Seitenlänge aufgeteilt; der Larvenbesatz wurde für jedes Quadrat gesondert festgestellt. Der Kronentrauf der Kiefer reichte im Norden und Süden bis zu den Grenzen der Suchfläche, im Westen erreichte der Kronentrauf nicht die Grenze, im Osten stieß an die Versuchskiefer eine kleinere Kiefer, deren Stammfuß noch innerhalb der Suchfläche lag (Abb. 6). Die in Abb. 6 eingetragenen Zahlen geben die in den einzelnen Quadraten gefundenen Larvenmengen an. Es zeigt sich, daß die Larven gedrängt in der Nähe des Stammfußes lagen. In dem Quadratmeter, in dessen Mitte der Stamm steht, sind 156 Larven gefunden worden, in den übrigen 3 qm insgesamt 6. Die allgemeine Beobachtung der Revierbeamten ist somit durch dieses Zahlenbeispiel bestätigt worden.

Es fällt in der Abbildung auf, daß östlich vom Stammfuß der Belag besonders dicht war. Hier war der Boden mit einer leichten Grasnarbe bedeckt. Es scheint so — auch nach anderen Beobachtungen —, als ob die Larven unter Graswuchs zahlreicher und auch nicht so tief wie sonst liegen, etwa schon in der humusinfiltrierten Bodenschicht. Eine Nachprüfung an größerem Material wäre erwünscht.

Für die Form der zu Prognosezwecken notwendigen Probesuchen läßt sich aus den genannten Beobachtungen für ähnliche Verhältnisse, d.h. für Dickungen bis zu 2 m Höhe folgern, daß beim Absuchen eines Quadratmeters um den Stammfuß praktisch der gesamte auf die Kiefer entfallende Larvenbelag erfaßt wird. Der Quadratmeter kann in Form eines Quadrats, in dessen Mitte der

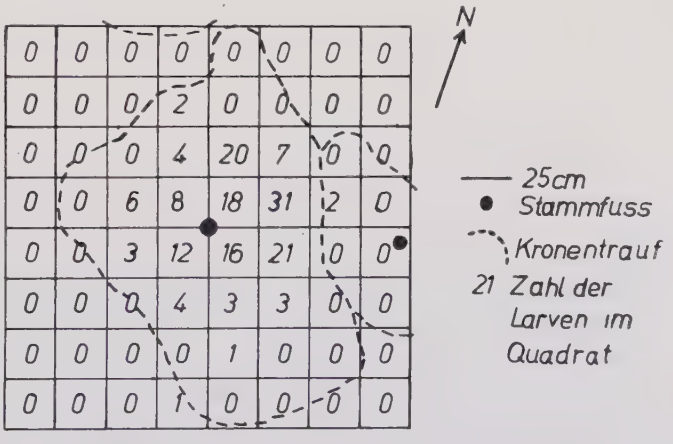


Abb. 6. Lage der Larven zum Stammfuß. Erläuterungen im Text

Stammfuß liegt, angelegt werden. Besser ist wohl die Kreisform zu wählen; es wäre dann eine Kreisfläche rings um den Stammfuß mit einem Radius von 55 cm abzusuchen. Damit wäre — abgesehen vom Suchfehler — der Larvenbelag je Quadratmeter und gleichzeitig je Kiefer gewonnen (Schwerdtfeger 1941).

c) Gewicht der überwinternden Larven und Geschlechterverhältnis

Es fiel auf, daß die im März und April im Boden gefundenen Larven von sehr unterschiedlicher Größe waren. Um die beobachteten Größenunterschiede auf eine zahlenmäßige Basis zu stellen und um gleichzeitig zu prüfen, ob eine Beziehung zwischen Größe und Geschlecht der Larven vorliege, wurden 500 Larven mit Puppenaugen (Pronymphen) am 5. April 1940 mit der Torsionswaage gewogen. Die Gewichtsermittlung wurde einer auch in Frage kommenden Längenmessung vorgezogen, da letztere bei den weichhäutigen, dehnbaren Körpern der Larven nicht so gute Ergebnisse geliefert hätte.

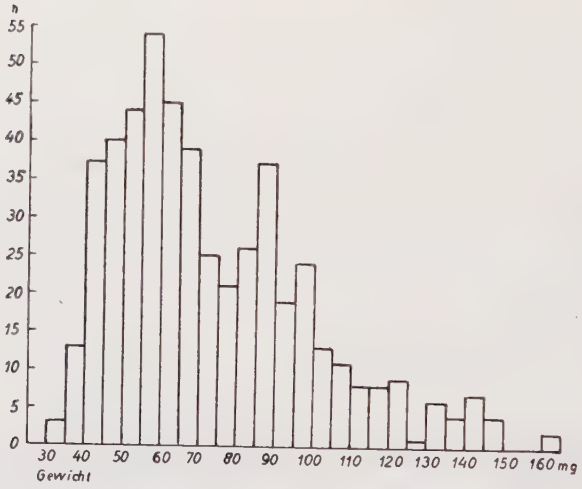


Abb. 7. Gewicht der Pronymphen

Die Wägung bestätigte die schon bei oberflächlicher Betrachtung auffallende Verschiedenheit in der Larvengröße bzw. dem Larvengewicht. Minimal wog eine Pronymphe 31 mg, maximal 164 mg, also mehr als das Fünffache. Die Verteilung der Gewichte auf Klassen von je 5 mg zeigt Abb. 7. Wir erkennen ein im wesentlichen zweigipfeliges Häufigkeitspolygon, dessen Form auf merkliche Größenunterschiede der beiden Geschlechter hindeutet.

Um die Beziehung zwischen Gewicht und Geschlecht der Pronymphen nachzuprüfen, wurden die gewogenen Tiere in Gewichtsklassen von je 10 mg in Petrischalen auf feuchtem Filtrierpapier aufbewahrt. Die Verpuppung erfolgte im geheizten Raum bald. Laufend wurden die entstandenen männlichen und weiblichen Puppen ausgezählt; bei Abschluß des Versuchs am 29. April 1940 hatte sich ein Teil der Pronymphen nicht verwandelt, sondern war abgestorben.

Insgesamt entwickelten sich 128 männliche und 121 weibliche Puppen; das Geschlechterverhältnis war also nahezu 1:1. Die Mitteilung Sajos, daß die Weibchen in der Zahl sehr überwiegen und auf 10—12 Weibchen

nur je ein Männchen entfällt, konnte somit nicht bestätigt werden.

Aus den kleinen Pronymphen entstanden vorwiegend männliche, aus den größeren weibliche Puppen. Die Verteilung der Gewichte der Pronymphen, soweit sie sich zu Puppen entwickelten, auf Klassen von je 10 mg gibt Abb. 8 wieder. Die Variationsbreite der Weibchen ist hinsichtlich des Gewichts größer als die der Männchen.

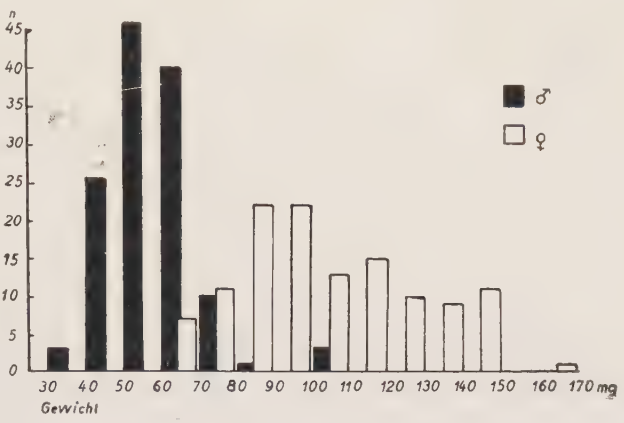


Abb. 8. Gewichtsverteilung männlicher und weiblicher Pronymphen

Wie weitere, S. 150, mitgeteilte Untersuchungen ergaben, haben die kleinen männlichen Pronymphen 5, die größeren weiblichen 6 Larvenstadien durchlaufen.

Von den 500 unter Beobachtung gestellten Pronymphen erreichten nur 249 das Puppenstadium. Fast genau die Hälfte starb vorher ab. Die Ursache der hohen Mortalität sei dahin gestellt. Vermutlich ist sie zum überwiegenden Teil in der gewaltsamen Abänderung der normalen Lebensbedingungen durch Sammeln, Transport und Aufbewahrung der empfindlichen Pronymphen zu suchen. Bemerkenswert ist, daß die niedrigen Gewichtsklassen sowohl im männlichen wie im weiblichen Geschlecht besonders hohe Sterblichkeit aufwiesen. Berechnet man die Mortalität innerhalb der einzelnen Gewichtsklassen, so ergibt sich folgendes:

Gewichtsklasse in mg	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80	80—90
Mortalität in % . . .	81	68	53	44	54	64

Gewichtsklasse in mg	90—100	100—110	110—120	120—130	130—140	140—150
Mortalität in % . . .	49	33	6	0	10	0

In den Gewichtsklassen von 30—70 mg, in denen überwiegend Männchen vorkommen, sinkt die Sterblichkeit fast gleichmäßig von 81 auf 44%. Desgleichen ist in den Gewichtsklassen von 80—150 mg, die fast ausschließlich Weibchen enthalten, ein deutliches Absinken der Sterblichkeit von maximal 64% auf minimal 0% mit zunehmendem Larvengewicht zu erkennen. Die Gewichtsklasse von 160—170 mg, die nur 2 Tiere enthielt, blieb in dieser Aufstellung außer Betracht. Die Klasse 70—80 mg

setzt sich zu ungefähr gleichen Teilen aus Männchen und Weibchen zusammen; der mittelhohe Sterblichkeitsgrad resultiert wahrscheinlich aus niederer Mortalität der schweren Männchen und hoher Mortalität der leichten Weibchen. Es zeigt sich die auch an anderen Insekten beobachtete Tatsache, daß die kleinen Individuen anfälliger gegenüber ungünstigen Umweltseinflüssen sind als die großen.

d) Schlüpfbereitschaft

Die Untersuchung einer am 19. November 1939 getätigten Einsendung von Larven lieferte 31% Pronymphen mit Puppenaugen und 69% Eonymphen ohne Puppenaugen. Dem Einsender wurde vom Institut mitgeteilt, daß die Pronymphen im kommenden Frühjahr Wespen entlassen, die Eonymphen dagegen voraussichtlich ein weiteres Jahr überliegen würden. Da die Möglichkeit bestand, daß sich der Anteil der schlüpfbereiten Tiere im Laufe des Winters noch ändere, wurde ein zweites Probesuchen und Einsendung des gefundenen Materials zu einem späteren Zeitpunkt empfohlen.

Eine zweite Untersuchung von 313 überwinternden Larven aus dem gleichen Gebiet wurde am 30. März 1940, also rund 4 Monate später, vorgenommen. Sie ergab 32% Pronymphen und 68% Eonymphen. Der Anteil der Pronymphen an der Gesamtpopulation hatte sich also innerhalb des Zeitraums von November bis Ende März nicht verändert.

Es blieb die Frage zu prüfen, ob einerseits die als Pronymphen bezeichneten Individuen tatsächlich sich im laufenden Frühjahr verpuppen, und ob andererseits die Eonymphen sich wenigstens zum Teil noch in Pronymphen verwandeln und sodann weiter entwickeln würden. Zu diesem Zweck wurden am 30. März 1940 je 100 Pronymphen und Eonymphen in Glasschalen auf feuchten Sand getan und im schwachgeheizten Zimmer unter Beobachtung gestellt. Die Eonymphen sahen frischgrüner aus als die Pronymphen; letztere hatten eine mehr gerunzelte Haut, sie lagen ruhig gekrümmt, während sich die Eonymphen häufiger bewegten. Unter den Eonymphen trat keinerlei Entwicklung ein; am 16. April waren sie sämtlich abgestorben. In der Pronymphenschale fanden sich am 2. April 15 Puppen; bis zum 9. April hatten sich 52 Individuen verpuppt, der Rest war abgestorben. Die hohe Mortalität der Larven ist zweifellos auf ihre Empfindlichkeit gegenüber Störungen ihrer normalen Lage zurückzuführen; sie trübt die Klarheit des Untersuchungsergebnisses. Immerhin zeigt sich, daß sich nur Pronymphen zu Puppen verwandelten, und daß eine Weiterentwicklung der Eonymphen nicht eintrat. Eine baldige Verpuppung ist daher, entsprechend den von anderen Blattwespen bekannten Verhältnissen, nur von den Pronymphen zu erwarten, während die Eonymphen überliegen.

Weiterhin erschien, namentlich im Hinblick auf die Prognose, die Klärung der Frage wichtig, wann die Puppenaugen erscheinen, von

welchem Zeitpunkt ab also der Prozentsatz der im nächsten Frühjahr schlüpfenden Tiere vorausgesagt werden kann. Bei den im Winter 1939/40 durchgeführten Untersuchungen war zunächst erkannt worden, daß bereits im November der Anteil der Pronymphen festliegt. Es wurden nun, von August 1940 ab, in monatlichen Abständen Probesuchen auf einer ausgewählten Versuchsfläche durchgeführt und die gefundenen Tiere auf den Anteil der Eo- und Pronymphen untersucht. Es fanden sich

am 7. 8.	6. 9.	5. 10.	7. 11.	7. 12.	7. 3.	
unter 88	50	129	136	50	115	Larven
5%	86%	72%	81%	76%	81%	Pronymphen.

Die Entwicklung zur Pronymphe findet somit bereits im August statt; ab Anfang September läßt sich der Anteil der im nächsten Frühjahr schlüpfenden Individuen an den Puppenaugen erkennen.

Darüber hinaus zeigen die Untersuchungen, daß die bisher allgemein von den Autoren unterstellte Annahme einer einjährigen Generationsdauer nicht in allen Fällen zutrifft. Zur näheren Prüfung der Generationsverhältnisse bei *A. erythrocephala* sind Untersuchungen eingeleitet.

e) Entwicklungsdauer der Puppe

Frische Puppen wurden in unterschiedliche Temperaturstufen des Münchener Brückenthermostaten gebracht; sie lagen in Petrischalen auf angefeuchtetem Filtrierpapier; die relative Luftfeuchtigkeit in den Petrischalen betrug 100% und entsprach damit den natürlichen Bedingungen im Freiland, da am Verpuppungsort in dem im Frühjahr meist feuchten Erdboden die Luftfeuchtigkeit bei 100% liegen dürfte. Die in den verschiedenen, konstanten Temperaturen von der Verpuppung bis zum Schlüpfen der Imago beobachteten Entwicklungszeiten sind in Tabelle 3 zusammengestellt:

Tabelle 3

Entwicklungsdauer der Puppe

Verpuppung am	Zahl und Geschlecht	Kopf und Brust geschwärzt am	Nach Tagen	Geschlüpft am	Nach Tagen	Flügel ausgebildet am	Nach Tagen	Temperatur °C
23. 4.	2 ♀	28. 4.	5	29. 4.	6	29. 4.	6	21,0
23. 4.	1 ♀	4. 5.	11	5. 5.	12	5. 5.	12	13,0
23. 4.	2 ♂	5. 5.	12	6. 5.	13	6. 5.	13	13,0
24. 4.	1 ♀	12. 5.	18	14. 5.	20	15. 5.	21	9,9
24. 4.	1 ♀	12. 5.	18	15. 5.	21	15. 5.	21	9,9
23. 4.	1 ♂	26. 5.	33	28. 5.	35	30. 5.	37	6,5
23. 4.	1 ♂	27. 5.	34	2. 6.	40	—	—	6,5

Wenige Tage vor dem Schlüpfen der Imago färben sich Thorax und Kopf der Puppe schwärzlich; nach dem Schlüpfen der Wespe dauert es

Stunden bis Tage, bis die Flügel voll ausgebildet sind. Bei 21 und 13° C erfolgte die Schwärzung von Kopf und Brust 1 Tag vor dem Schlüpfen der Wespen, bei 9,9° C 2—3 Tage und bei 6,5 C 2—6 Tage vorher. Die Ausbildung der Flügel dauerte in den höheren Temperaturen nur Stunden, so daß die für sie benötigte Zeit in der Tabelle, welche als Zeiteinheit den Tag nimmt, nicht zum Ausdruck kommt. Erst bei 9,9° C dauert die Flügelentwicklung in einem Falle einen Tag, in einem zweiten Falle kürzere Zeit; bei 6,5° C werden in dem einen beobachteten Fall 2 Tage benötigt.

Über Geschlechtsunterschiede in der Entwicklungsdauer kann wenig ausgesagt werden, da nur in einer Temperaturstufe (13° C) Männchen und Weibchen gleichzeitig unter Beobachtung standen; hier war die Entwicklungszeit der Weibchen 1 Tag kürzer als die der Männchen.

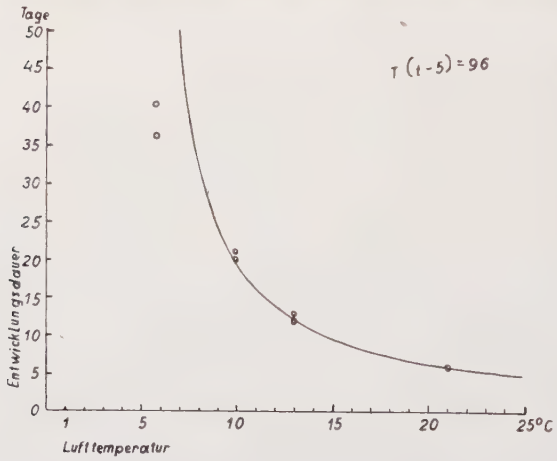


Abb. 9. Entwicklungsdauer der Puppe in Abhängigkeit von der Lufttemperatur

In Abb. 9 sind die Entwicklungszeiten der Puppen, d. h. die Zeitspannen von der Verpuppung bis zum Schlüpfen der Wespen, in Abhängigkeit von den Temperaturen ohne Berücksichtigung etwaiger Geschlechtsunterschiede aufgezeichnet. Ferner ist die auf Grund dieser Werte errechnete Blunck sche Hyperbel eingetragen. Die Formel der Hyperbel lautet $T.(t-5)=96$. Die nahe dem Entwicklungsnullpunkt liegenden Versuchswerte stimmen mit den errechneten nicht ganz überein.

f) Aktivität, Copula, Eiablage und Lebensdauer der Wespen

Bei kühlem Wetter, beispielsweise am frühen Morgen, sitzen die Wespen auf den Kiefern meist an den benadelten Trieben zwischen den Nadeln in der Nähe der Triebachse, zuweilen auch an den Spitzenknospen. Wird es etwas wärmer, so beginnen die Wespen, zunächst vereinzelt und insonderheit die Männchen, am Stamm und in der Krone umher zu wandern. Auch auf dem Boden, unter und zwischen den Kiefern, laufen die Männchen hin und her. Mit zunehmender Erwärmung steigert sich die Aktivität. Das Laufen der Wespen wird lebhafter, dicht am Boden setzen sie zu kurzen Flügen an, die Flüge werden höher, und schließlich, bei warmem Sonnenschein bewegen sie sich in emsigen, lebhaften Flügen, die bis zur Höhe der etwa 1 m großen Kiefern und etwas darüber gehen

und durch Wanderungen an den Nadeln und Zweigen unterbrochen werden. Die Männchen fliegen mehr und lebhafter als die Weibchen. Beide Geschlechter sind aber sehr viel beweglicher und lebhafter als etwa die Kiefernbuschhornblattwespe.

Auf den stark befallenen Flächen in Waitze gestaltete sich das Schwärmen der Wespen zu einem eindrucksvollen Phänomen. Tausende von Wespen flogen im Sonnenschein um den Beobachter und suchten Ehepartner und den Ort der Eiablage. Sie krochen auf Stiefeln, Kleidern und Hut umher, flogen ins Gesicht und störten bei Aufzeichnungen und photographischen Aufnahmen. Wenn man sich klar machte, daß die zahlreichen Nachkommen dieser riesigen Scharen die schon kärgliche Benadelung der Kiefern aufs neue angreifen würden, mußte das Schicksal der Kulturen als besiegelt erscheinen.

Zur Feststellung, wieviel Wespen ungefähr auf den Kiefern saßen, wurden an einem kühlen Vormittag von vier etwa 80 cm hohen Bäumen die ansitzenden Wespen abgesammelt. Auf der ersten, noch leidlich benadelten Kiefer fanden sich 47 Männchen und 80 Weibchen, auf der zweiten Kiefer, die den gleichen Benadelungszustand aufwies, 38 Männchen und 42 Weibchen. Von der dritten Kiefer mit geringerer Benadelung wurden 15 Männchen und 34 Weibchen abgesammelt, von der vierten Kiefer, die nur mehr wenige Nadelreste hatte, 7 Männchen und 9 Weibchen. Da die auf der Krone sitzenden Wespen bei Anprall leicht herunterfallen, konnten schätzungsweise nur 80% des tatsächlichen Besatzes abgesammelt werden; die genannten Zahlen wären also entsprechend zu erhöhen. Es zeigte sich, daß auf der gleichen Fläche der Wespenbesatz am höchsten auf den dichtbenadelten Kiefern war und mit dem Grade der Benadelung abnahm. Selbst auf den starkbefressenen Kiefern fanden sich aber einige Wespen. Insgesamt wurden bei dem Versuch 107 Männchen und 165 Weibchen abgesammelt; dieser Fund stimmt mit dem im Puppenstadium festgestellten Geschlechterverhältnis von nahezu 1 : 1 nicht überein. Der Grund dürfte in der größeren Lebhaftigkeit der Männchen zu suchen sein, die sich dem Absammeln entzogen und sich zum Teil außerhalb der Kronen aufhielten.

Die Wespen sind scheu und verschwanden, wenn sie auf den Trieben saßen, beim näheren Herantreten des Beobachters auf der Rückseite des Triebes.

Die Männchen suchen die Weibchen zur Begattung. Die Weibchen sind spröde, wehren vielfach die Männchen ab oder laufen ihnen davon. So sieht man immer wieder an den Trieben herumlaufende Pärchen: vorn das Weibchen, hinter ihm, es verfolgend, das Männchen. Hält das Weibchen an, so bleibt häufig auch das Männchen eine Zeitlang ruhig hinter dem Weibchen sitzen. Kommt es zur Copula, so klettert das Männchen dem Weibchen von hinten halb auf den Rücken, führt mit stark gebogenem Abdomen den Penis ein und dreht sich dann herum, so

Abb. 10. Weibchen bei der Eiablage

daß die Köpfe der beiden entgegengesetzt, Rücken- und Bauchseiten aber gleichsinnig gerichtet sind. Einige Sekunden später lösen sich die Partner wieder. Die Copula ist meist auffällig kurz: vier beobachtete Kopulationen dauerten 5 Sekunden, 10 Sekunden, 15 Sekunden und eine knappe Minute.

Begattung und Eiablage wurde auch zu kühleren Tageszeiten beobachtet, wenn die Lauf- und Schwärmaktivität gering war.

Bei der Eiablage sitzt das Weibchen an der Nadel und vollführt, wie schon von Sajo geschildert wurde, mit seinem Sägeapparat auf der flachen Seite der im Querschnitt etwa halbrunden Nadel einen Einschnitt. Dann legt es ein Ei auf diese Stelle; das Ei schiebt sich bei ventralwärts gekrümmten Abdomen aus der Vagina mit dem zuerst austretenden Ende nach vorn (Abb. 10). Dann rückt das Weibchen eine Eilänge vorwärts und vollzieht nach Fertigung des Einschnitts die zweite Eiablage. Es geht so fort bis die Eizeile vollendet ist, sofern nicht vorher eine Störung eintritt. Solche Störungen verursachten häufig die Männchen. Bemerkenswert ist, daß in den wenigen beobachteten Fällen der Eiablage regelmäßig ein Männchen in dichteste Nähe des eierlegenden Weibchens kam (Abb. 11); in dem einen Fall begattete es das Weibchen nach Ablage von 3 Eiern; die Ablage wurde daraufhin nicht fortgesetzt. In zwei anderen Fällen verschwand das Männchen wieder, ohne eine Copula versucht zu haben.

Bei der Eiablage wurden warme, windstille Flächen, besonders die Südhänge der leichten Erhebungen, bevorzugt. Eier wurden auch an den schon stark befressenen Kiefern abgelegt, allerdings nur auf den noch grünen Nadeln oder Nadelstümpfen.

Bei drei weiblichen Wespen, die im Institut aus Puppen erzogen und bis zu ihrem Tode in Glasgefäßen gehalten wurden, konnte die Zahl der im Ovar enthaltenen Eier ermittelt werden. Eiablagen hatten nicht stattgefunden. Die Wespen hatten keinerlei Nahrung

Abb. 11. Ein Männchen kommt in die Nähe des eierlegenden Weibchens. An einzelnen Nadeln Eiablagen

bekommen. Es fanden sich je Wespe 27, 37 und 41, im Mittel 35 Eier. Daneben wurden noch einige unreife Eier gefunden, von denen nicht feststeht, ob sie sich unter normalen Umständen zu reifen Eiern weiter entwickelt hätten. Diese Zahlen sind auffallend niedrig. Es muß einer späteren Nachprüfung vorbehalten bleiben, zu entscheiden, ob tatsächlich *A. erythrocephala* eine derart geringe Eiproduktion aufweist.

Die Lebensdauer der Wespen konnte ebenfalls an einigen Individuen im Institut beobachtet werden. Es handelte sich um aus Puppen gezogene Stücke, die in Einmachgläsern von 1 Liter Inhalt oder in Petrischalen bis zu ihrem Tode gehalten wurden. Futter wurde nicht gereicht. Die Einmachgläser standen im Laboratorium bei Zimmertemperatur von durchschnittlich etwa 15° C, die Petrischalen im Brückenthermostaten bei gleicher Temperatur. Das Ergebnis der Beobachtungen ist in Tabelle 4 zusammengestellt:

Tabelle 4

Lebensdauer der Wespen bei einer Temperatur von 15° C

Wespe Nr.	Geschlecht	Lebensdauer Tage	Aufbewahrung	Bemerkungen
1	♂	16	Petrischale	
2	♂	12	„	leichte Flügelbeschädigung
3	♂	11	Einmachglas	
4	♂	11	„	
5	♀	18	„	

Die Lebensdauer betrug im männlichen Geschlecht 11—16, im weiblichen bei nur einem Versuchstier 18 Tage. Soweit sich aus den wenigen Daten Schlüsse ziehen lassen, wird man im nordostdeutschen Kieferngebiet, das zur Wespenzeit im Mai eine Mitteltemperatur von 12—14° C aufweist, mit einer zwei- bis dreiwöchigen Lebensdauer der Wespen rechnen können. Dies entspricht auch den Freilandbeobachtungen.

g) Ort der Eiablage, Entwicklung und Mortalität der Eier

Die Eier werden ausschließlich auf den Nadeln abgelegt. An den Beobachtungsorten fand die Ablage nur auf vorjährigen Nadeln statt, da andere wegen des vorangegangenen Fraßes nicht vorhanden waren. Sajo und Joakimoff beobachteten, daß bei nicht zu hoher Populationsdichte nur die Nadeln des vorausgegangenen Sommers und erst nach starker Vermehrung auch die Nadeln älterer Triebe belegt werden.

Die Eier fanden sich durchweg auf der flachen Seite der im Querschnitt halbrund gedachten Nadel.

Zur Prüfung der Frage, ob die Eiablage gleichmäßig am ganzen Baum vor sich geht oder ob das eierlegende Weibchen bestimmte Baumteile bevorzugt, wurden von 10 etwa 1,25 m hohen, stark mit Eiern belegten

Kiefern alle benadelten Triebe abgeschnitten, ihre Längen gemessen und die auf ihnen sitzenden Eier ausgezählt. Dabei wurde der Baum in 5 Höhenschichten unterteilt: Schicht 1 enthielt alle Triebe von 0—25 cm über dem Erdboden, Schicht 2 die Triebe von 26—50 cm, usw. Die Zahl der in den einzelnen Höhenschichten gefundenen Eier ist in Tabelle 5 zusammengestellt:

Tabelle 5

Zahl der abgelegten Eier in verschiedenen Höhen des Baumes

Höhe cm	Zahl der Eier auf Baum									
	1	3	3	4	5	6	7	8	9	10
0—25	109	115	402	290	492	206	521	501	478	280
26—50	166	189	471	564	852	584	1175	531	903	508
51—75	352	363	1001	487	454	622	860	657	857	787
76—100	328	533	2140	196	213	354	403	242	358	363
101—125	16	177	73	26	5	79	55	30	87	50
Summe	971	1377	4087	1563	2016	1845	3014	1961	2683	1988

Es ist offensichtlich, daß in den mittleren Schichten zwischen 26 und 100 cm mehr Eier abgelegt wurden als in der untersten und der obersten Schicht. Namentlich die letztere weist auffällig wenig Eier auf. Nun steht aber die Zahl der Eier zweifellos in Beziehung zur Zahl der Nadeln, an denen die Weibchen ihre Eier ablegen können, und es ist möglich, daß in der untersten und obersten Schicht die Nadelzahl infolge geringer Größe oder Zahl der Triebe niedriger ist als in den Mittelschichten. Um vergleichbare Werte zu erhalten, wurde die gefundene Eimenge auf die in den Schichten vorhandene Nadelmasse bezogen. In Tabelle 6 ist verzeichnet, wieviel Eier auf je 100 cm benadelten Triebes entfielen. Die Triebe besaßen durchweg nur noch die vorjährigen Nadeln.

Tabelle 6

Zahl der abgelegten Eier in verschiedenen Höhen des Baumes bezogen auf 100 cm benadelten Triebes

Höhe cm	Zahl der Eier je 100 cm benadelten Triebes auf Baum										Mittel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0—25	15	41	129	119	128	64	110	102	154	125	99
26—50	47	74	349	**334**	193	159	305	134	**200**	153	195
51—75	107	110	**540**	273	**217**	**187**	**344**	**196**	157	**221**	235
76—100	**130**	**138**	537	117	67	132	130	117	126	143	164
101—125	21	58	88	24	4	70	59	28	61	22	44

Auch diese vergleichbaren Werte zeigen ein deutliches Ansteigen in den mittleren Schichten. Der höchste Eibelag findet sich zweimal in

Schicht 26—50 cm, sechsmal in der Schicht 51—75 cm und zweimal in der Schicht 76—100 cm. Es findet, wie auch die Errechnung des Mittels aus den 10 Versuchskiefern zeigt, bei der Eiablage tatsächlich eine Bevorzugung der mittleren Baumregionen statt, während Basis und Spitzenteil der Kiefer weniger stark belegt werden. An wesentlich höheren Kiefern hat Sajo festgestellt, daß Eiablagen nur bis etwa 1,80 m Höhe erfolgten und vorzugsweise solche Zweige belegt wurden, die am Boden auflagen und meist nur dürftige Nadeln trugen.

Auffällig war die Erscheinung, daß in den einzelnen Höhenschichten die gefundenen Eier und Eizeilen nicht in gleichem Verhältnis zueinander standen: die mittlere Zahl der Eier je Eizeile war in den untersuchten Schichten nicht gleich (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7

Zahl der Eier je Eizelle in verschiedenen Baumschichten

Höhe cm	Zahl der Eier je Eizeile bei Baum										Mittel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0—25	1,3	1,3	2,3	1,6	2,1	1,7	2,3	1,8	2,1	1,9	1,8
26—50	1,8	1,9	2,6	2,3	2,3	2,4	3,2	2,2	2,2	2,1	2,3
51—75	2,2	2,4	3,7	2,5	2,4	2,7	3,3	2,3	2,5	2,8	2,7
76—100	2,4	2,5	4,6	2,5	2,2	2,7	3,3	2,3	2,2	2,1	2,7
101—125	2,0	3,0	4,3	3,7	2,5	2,3	2,9	1,6	1,8	1,7	2,6

In den Einzelwerten läßt sich fast immer wieder erkennen, daß die Eizeilen in den höheren Schichten mehr Eier enthalten als in den unteren, daß in der obersten Schicht aber vielfach wieder ein Absinken der Eizahl erfolgt. Bei der Berechnung des Mittels aus den 10 untersuchten Stämmen ergibt sich ein fast gleichmäßiges Ansteigen der Eizahl je Zeile von der untersten Kronenschicht zu den mittleren Schichten zwischen 51 und 100 cm. In der Gipfelschicht ist die Eizahl um ein geringes kleiner. Da ein Eimaterial von insgesamt 21 505 Stück zugrunde liegt, ist ein Zufall ausgeschlossen. Der Versuch, eine biologische Erklärung für diese eigentümliche Erscheinung sowie für die Bevorzugung der mittleren Baumpartien durch das eierlegende Weibchen zu finden, muß angesichts unserer geringen Kenntnisse über die Lebensweise und die ökologischen Bedürfnisse der Art vorläufig unterbleiben.

Bei der Eiablage wurden Kiefern mit feiner, dünner Benadelung bevorzugt. Eier wurden auch, wie schon oben erwähnt, auf stark befressenen Kiefern abgelegt, allerdings in geringerer, dem Nadelvorrat ungefähr entsprechender Stärke. Die Eier saßen dann auch auf stehengebliebenen, noch grünen Nadelstümpfen.

Es war aufgefallen, daß die Größe der Eizeile im allgemeinen geringer war, als das Schrifttum angibt. Nach Escherich können die

Zeilen 3—12 Eier enthalten. Demgegenüber fanden sich auffallend viele einzelne Eier und auch dann, wenn sich mehrere Eier zu einer Zeile vereinigten, waren es meist nur zwei oder drei. Um zu prüfen, wieviel Eier die Gelege enthielten, wurden 3760 Eigelege mit insgesamt 9951 Eiern ausgezählt. Gelege von

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Eiern
wurden in	1089	997	748	521	198	80	54	28	16	16	Fällen

	11	12	13	14	15	16	17	18	Eiern
wurden in	5	4	2	0	0	0	1	1	Fällen

gefunden. Das Überwiegen der Einzelablagen und der kurzen Eizeilen, das den bisherigen Erfahrungen nicht entspricht, ist wahrscheinlich auf die überaus hohe Populationsdichte der Wespen zurückzuführen, die, wie auf Seite 140 geschildert wurde, zu Störungen der eierlegenden Weibchen durch andere Wespen, namentlich durch die Männchen führte.

Die Farbe des frischgelegten Eies ist dottergelb. Es wird im Lauf seiner Entwicklung gelbbraun und nimmt kurz vor dem Schlüpfen der Larven eine gelbgraubraune bis rotbraune Färbung an; dann ist auch die helldurchschimmernde Kopfkapsel mit dem dunklen Augenpaar zu erkennen.

Die Form des Eies entspricht ungefähr einem an beiden Enden abgerundeten, häufig leicht gekrümmten Zylinder.

Im Laufe der Embryonalentwicklung zeigt das Ei ein nicht unerhebliches Wachstum. Mit dem Okularmikrometer wurden Länge und Breite von je 30 frischgelegten und schlüpfreifen Eiern gemessen; das Ergebnis ist in Tabelle 8 niedergelegt:

Tabelle 8

Länge und Breite von je 30 gemessenen Eiern

Eier	Länge in mm			Breite in mm		
	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum	Mittel
Frisch gelegt	1,80	2,06	1,90	0,36	0,55	0,49
Schlüpfreif	1,82	2,34	2,07	0,57	0,88	0,76

Das Ei wächst hauptsächlich in die Breite. Während die Länge im Mittel nur um 0,17 mm zunahm, wuchs die Breite um 0,27 mm. Das vorwiegende Breitenwachstum, das sich auch deutlich in Abb. 12 zeigt, ist verständlich, weil die Eier im allgemeinen in Zeilen hintereinander liegen; zwischen den Eiern ist kaum ein Zwischenraum, so daß die Möglichkeit der Ausdehnung in der Längsrichtung beschränkt ist. Schon das geringfügige Längenwachstum führt zu einem Abplatten und Ineinanderschieben der aneinanderstoßenden Eienden.

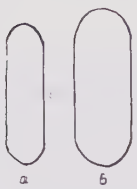


Abb. 12. Relative Größe des frischgelegten (a) und schlüpfreifen (b) Eies

Das Wachstum der Eier wird, worauf schon Sajo hinwies, verursacht durch Flüssigkeitsaufnahme aus der Kiefernnadel; um sie zu ermöglichen, sägt das Weibchen vor der Eiablage einen Längsschnitt in die Nadel an der Stelle, wo das Ei gelegt wird (S. 140). Das Wachstum der Eier infolge Aufnahme von Flüssigkeit aus dem umgebenden Substrat ist eine vielfach bei Insekten beobachtete Erscheinung, beispielsweise bei Hymenopteren außer bei Blattwespen noch bei Gallwespen, Ameisen und Schlupfwespen, ferner bei Carabiden, Scarabaeiden usw. Infolge der Notwendigkeit der Flüssigkeitsaufnahme können sich die Eier nur an frischen bzw. genügend feucht gehaltenen Nadeln entwickeln. An welkenden und vertrocknenden Nadeln sterben sie ab. Die Entwicklung bis zum Schlüpfen der Larven gelang aber an Nadeln, die auf feuchtem Filtrierpapier in Petrischalen gehalten wurden sowie an abgeschnittenen Trieben, deren Basalenden in Wasser standen.

Im Freiland hat die Eiablage etwa am 3. Mai eingesetzt. Ab 14. Mai wurden in Abständen von einer Woche Proben von Eigelegen in Röhrchen mit 50 prozent. Alkohol an das Institut geschickt; hier wurden Länge und Breite von je 200 bzw. 100 Eiern mit dem Okularmikrometer ermittelt. Das Ergebnis der Messungen zeigt Abb. 13, in welcher die an den einzelnen Tagen ermittelten Zahlenwerte in Gestalt von Variationspolygonen dargestellt sind. Im Zeitpunkt der ersten Messung war anscheinend der Höhepunkt der Eiablage eben überschritten; das Längenpolygon entspricht fast genau den in Tabelle 8 niedergelegten Werten für das frischgelegte Ei, das Breitenpolygon ist etwas nach rechts verschoben, ein Zeichen dafür, daß die Masse der Eier schon ein gewisses Dickenwachstum hinter sich

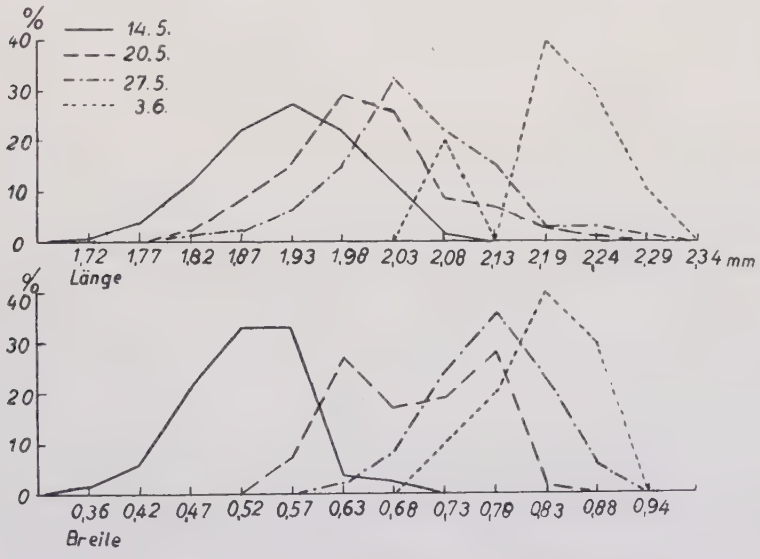


Abb. 13. Ergebnis von Eimessungen. Erläuterungen im Text

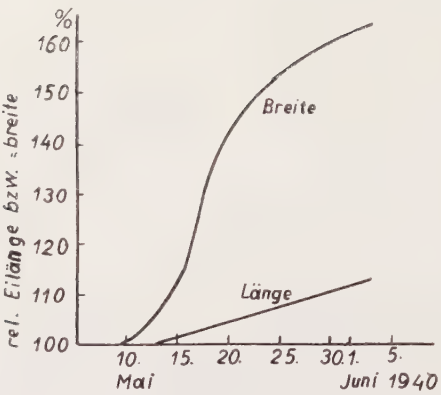


Abb. 14. Längen- und Breitenwachstum der Eipopulation

hat. Bei der zweiten Messung ist das Längenpolygon etwas, das Breitenpolygon stark nach rechts gerückt. Das Breitenpolygon weist keine Werte mehr für frischgelegte Eier auf: die Eiablage ist demnach einige Tage vorher zum Abschluß gekommen. Die zweigipfelige Kurve ist vermutlich mit zwei Ablagestößen infolge eines Kälteeinbruchs zwischen dem 12. und 16. Mai zu erklären. Nach einer weiteren Woche haben sich infolge der nun wieder gestiegenen Temperatur die Unterschiede im Entwicklungszustand der Eier ausgeglichen, so daß die Kurve wieder eingipfelig erscheint. Bei der letzten Messung am 3. Juni waren bereits 90% Larven vorhanden; das Variationspolygon, das nur mehr auf 10 Werten basiert, weist ausschließlich schlüpfreife Eier auf.

In Abb. 14 ist die Längen- und Breitenentwicklung der Eipopulation in Waitze 1940 auf Grund der ausgeführten Messungen bezogen auf die gleich 100 gesetzten Anfangswerte dargestellt. Während die durchschnittliche Länge der Eier langsam und fast gradlinig wuchs, nahm die Breite in einer S-förmigen Kurve sehr stark zu.

Zur Prüfung des Einflusses der Lufttemperatur auf die Entwicklungsdauer der Eier wurden 10 Versuche eingeleitet. An eingetopfte, zweijährige Kiefern wurden Weibchen gesetzt; am Tage nach erfolgter Eiablage wurden die Töpfe zum Teil in konstante Temperaturen, zum Teil in variable Temperaturen in Insektarium und Institutsgarten gebracht. Leider entwickelten sich die Eier nur an 4 Kiefern. An den anderen 6 Kiefern fand keine Entwicklung statt: die Eier behielten ihre ursprüngliche Größe und wurden dunkelbraun; ich vermute, daß der Wasserhaushalt der frisch verpflanzten Kiefern gestört war, und die belegten Nadeln nicht genügend Feuchtigkeit zur normalen Entwicklung der Eier liefern konnten.

Von den 4 Kiefern, auf denen die Eier zum Schlüpfen kamen, standen 3 in konstanter Temperatur von 19,2° C; die Entwicklungsdauer der Eier lag zwischen 12 und 15 Tagen. Die 4. Kiefer stand im Versuchsgarten unter Freilandtemperaturen, die zwischen 1 und 31° C schwankten und im Mittel 13,6° C betrugen; die Eientwicklung dauerte hier 25 Tage. Es wurde versucht, aus diesen Werten eine vorläufige Formel für die Hyperbel der Eidauer zu errechnen. Sie lautet: $T.(t - 7{,}5) = 152{,}5$. In Abb. 15 ist die Hyperbel mit den Versuchswerten graphisch dargestellt. Es sei aber ausdrücklich betont, daß die geringe Zahl von Versuchswerten, die zudem unter verschiedenen Bedingungen gewonnen wurden, nur die

Ableitung einer vorläufigen Formel zuließ, welche näherungsweise den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen mag, jedoch bei Vorliegen größeren Materials der Nachprüfung und gegebenenfalls Verbesserung bedarf. Auch bleibt zu untersuchen, ob unter den genannten Versuchsumständen, die zum Absterben des überwiegenden Teils der abgelegten Eier führten, nicht auch die überlebenden Eier geschädigt und in ihrer Entwicklungsdauer beeinflußt wurden.

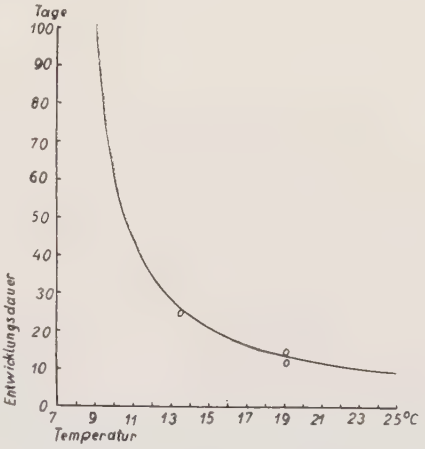


Abb. 15. Vorläufige Hyperbel für die Dauer der Eientwicklung in Beziehung zur Lufttemperatur

Die im Beobachtungsgebiet Waitze abgelegten Eier haben sich fast vollzählig zu Larven entwickelt. Die Sterblichkeit ist sehr gering gewesen. Beim 3. Besuch, im Juni, konnten noch Reste der Eier auf den Nadeln gefunden werden. Von insgesamt 99 Eiresten waren 94 leere Eischalen, welche die Schlüpföffnungen der normal ausgekommenen Larven aufwiesen; 3 waren dunkel verfärbt und offenbar eingetrocknet, 2 waren schwärzlich und geschrumpft anscheinend von einem Insekt (Wanze?) ausgesogen.

Im Institut war die Mortalität der Eier, die von gesammelten Wespen an frisch eingetopfte, zweijährige Kiefern abgelegt waren, größer. Wie bereits oben dargelegt, ist vermutlich diese hohe Sterblichkeit auf eine Störung des Wasserhaushalts der Pflanze zurückzuführen.

h) Fraß, Wanderungen, Stadien und Mortalität der Larven

Die jungen Larven wandern nach dem Schlüpfen an die Basis der Nadeln und beginnen mit dem Fraß und der Anfertigung des Gespinstes. Sie beißen die Nadeln an der Basis ab und ziehen sie allmählich, am Basalende fressend, zu sich heran und damit in das Gespinst herein. Vielfach fressen mehrere Räupchen, die Köpfe dicht nebeneinander, an einer Nadelbasis. Das obere Ende der Nadel, oft die Hälfte und mehr, bleibt unbefressen und wird in das Gespinst eingesponnen; so ist der Fraß verschwenderisch. Das trifft allerdings nur zu, wenn genügend alte Nadeln, die zunächst befressen werden, vorhanden sind. Werden die Altnadeln knapp, so fressen die Larven die Nadeln vollständig auf und verzehren auch noch die vor einigen Tagen eingesponnenen Nadelreste. Dann finden sich keinerlei Reste von Nadeln mehr in den Gespinsten, sondern nur mehr Kot. Die an den Alttrieben stehenbleibenden Nadelstümpfe sind sehr kurz.

Nach den Angaben des Schrifttums (Sajo, Joakimoff) fressen die Larven ausschließlich Altnadeln und verschonen den diesjährigen Maitrieb. Nach Joakimoff gehen die Larven eher an Hunger zugrunde, als daß sie Maitriebnadeln fressen. Es konnte aber bereits bei der Schilderung des im März vorgefundenen Fraßbildes darauf hingewiesen werden, daß in Waitze im Jahre 1939 starker Fraß auch an den Maitrieben stattgefunden hatte. Diese bisher nicht beobachtete Fraßart ist ein deutliches Zeichen für die außergewöhnliche Schwere des Befalls. Im Juni 1940 konnte der Fraß am Maitrieb unmittelbar beobachtet werden. Etwa vom 12. Juni ab setzte auf den stärkstbefallenen Kiefern nach restloser Entnadelung der Alttriebe das Überwandern der Raupen auf die Maitriebe ein. Von Hunger getrieben saßen die Larven an der Basis des noch nicht voll entwickelten Maitriebs, unregelmäßig fressend und nur die oberen Teile der Nadeln abbeißend. Das Bild des Fraßes sah hier ganz anders aus als im Alttrieb; man glaubte das Ungewohnte und Nichtpassende dieser Nahrung zu spüren. Es konnten auch bereits vereinzelt Fraßspuren in Gestalt oberflächlich genagter Plätze an der frischen Rinde des Maitriebs beobachtet werden (vgl. S. 132). Mit dem Wachstum der Larven und dem dadurch bedingten größeren Nahrungsbedarf nahm die Beschädigung des Maitriebs sowohl durch Nadel- wie durch Rindenfraß erheblich zu. Kiefern, die schon 2 oder 3 Jahre unter Raupenfraß gelitten hatten, wurden erneut stark befressen.

Die Raupen verlassen, wenn sie größer geworden sind, häufiger ihre Gespinste zu Wanderungen an Stamm und Ästen. Sie bewegen sich dabei in charakteristischer, von Sajo geschilderter Weise auf dem Rücken vorwärts, den Kopf hin und her bewegend und aus Gespinstfäden eine „Strickleiter“ bauend. Je mehr entnadelt der Stamm, je größer der Hunger ist, um so emsiger und ausgedehnter werden die Wanderungen, die immer wieder mit Gespinstbildungen verbunden sind. Schließlich sind solche Bäumchen mit dichtem Gespinst überzogen, Stamm und Äste schimmern weißlich, die Astwinkel weisen Gespinstbrücken auf, die Maitriebe sind durch Schleier miteinander verbunden.

Die Zahl der in den Gespinsten (Kotsäcken) sitzenden Larven war sehr unterschiedlich, bedingt offenbar durch die verschieden große Eiablage auf den Trieben. Minimal wurden im Gespinst 1, maximal 84 Larven gefunden. In 72 untersuchten Gespinsten fanden sich

1—5	6—10	11—15	16—20	21—25	26—30	31—35	Larven
in 8	15	9	8	9	4	6	Fällen

36—40	41—45	46—50	51—55	56—60	61—65	66—70	Larven
in 3	2	1	3	2	1	0	Fällen

71—75	76—80	81—85	Larven
0	0	1	Fall.

Am häufigsten saßen 1—35 Larven in den Gespinsten beisammen.

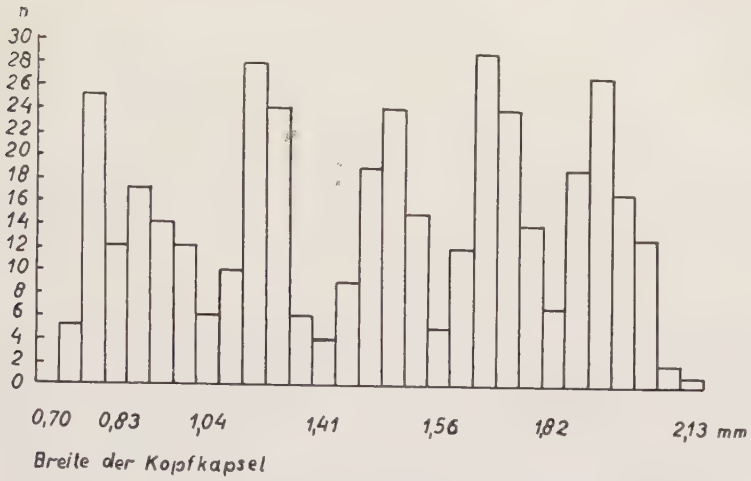


Abb. 16. Ergebnis der Messungen von Kopfkapselbreiten während der gesamten Fraßlarvenzeit

In der Zeit vom 3. Juni bis 1. Juli wurden in periodischen Abständen die Kopfkapselbreiten von Raupen, die von ihren Fraßbäumen abgesammelt und dem Institut eingeschickt wurden, mit Hilfe eines Okularmikrometers festgestellt. Das Ergebnis der Messungen an insgesamt 400 Larven zeigt Abb. 16. Sie läßt zwischen den Abszissenwerten 1,04 und 2,13 mm deutlich 4 gut voneinander getrennte Stadien erkennen. Ob zwischen den Abszissenwerten 0,74 und 1,04 1 oder 2 Stadien liegen, ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden; die Größe der Variationsbreite und der Einschnitt bei 0,83 mm deuten auf 2 Stadien hin, andererseits ist dieser Einschnitt längst nicht so ausgeprägt wie die späteren. Kopfkapselmessungen, die an 12 im Institut geschlüpften Eilarven vorgenommen wurden, ergaben Breiten zwischen 0,70 und 0,76 mm. Danach dürfte es wahrscheinlich sein, daß der Einschnitt bei 0,83 mm doch die Grenze zweier Häutungsstadien darstellt und somit 6 Larvenstadien bei *A. erythrocephala* auftreten. Scheidter hat bei der nahverwandten *A. nemoralis* Thoms. ebenfalls 6 Larvenstadien festgestellt.

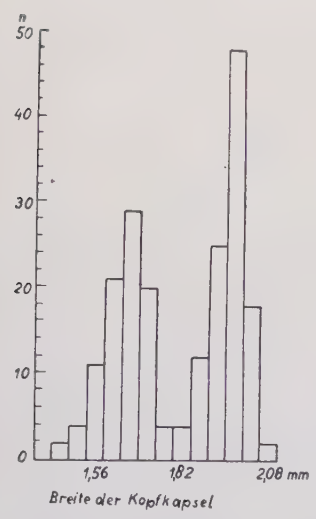


Abb. 17. Kopfkapselbreiten einer Eonymphenpopulation

Bei weiteren Kopfkapselmessungen, die nach dem Abwandern der Larven in den Boden vorgenommen wurden, stellte sich heraus, daß die Eonymphen 2 Stadien angehörten. Abb. 17, welche das Ergebnis der Messungen an 200 im August und September aus dem Boden gegrabenen Eonymphen wiedergibt, läßt deutlich

erkennen, daß 5. und 6. Stadien in fast gleicher Zahl (im Verhältnis 91 : 109) vorhanden waren. Wenn man zur Deutung dieser Erscheinung die oben (S. 135) geschilderten Zusammenhänge zwischen Gewicht und Geschlecht der Pronymphen heranzieht und die Verhältnisse bei anderen Blattwespen berücksichtigt, darf mit größter Wahrscheinlichkeit der Schluß gezogen werden, daß die Larven der *A. erythrocephala* im männlichen Geschlecht 5, im weiblichen 6 Stadien durchlaufen. Der Unterschied der Kopfkapselbreite läßt sich bei prognostischen Untersuchungen zur Feststellung des Geschlechterverhältnisses bereits im Eo- und Pronymphenstadium verwerten.

Zur Feststellung der Länge der Fraßzeit wurden Larven an eingetopften Kiefern unter Beobachtung gestellt. Von insgesamt 13 Larven ging bei einer konstanten Temperatur von 20,2° C die erste nach 14tägiger, die letzte nach 23tägiger Fraßzeit in den Boden; im Mittel betrug die Zeit zwischen dem Schlüpfen aus dem Ei und dem Abwandern in den Boden 20 Tage. In einem ähnlichen Versuch im Freiland bei wechselnden Temperaturen zwischen 8 und 30° C, im Mittel 19,9° C dauerte die Fraßzeit 18—22, im Mittel 19 Tage.

Einige Beobachtungen konnten Aufschluß über die Tätigkeit von Mortalitätsfaktoren im Larvenstadium geben. Bei den vom 11.—19. Juni ausgeführten Gespinstuntersuchungen fanden sich fast ausschließlich lebende und kaum tote Larven. Nur einzelne Gespinste wiesen eine Anhäufung toter Raupen, meist örtlich zusammengedrängt, auf. Die Raupen waren restlos zusammengeschrumpft und erinnerten an Eulen- oder Spannerraupen, die von Wanzen ausgesogen sind; das Aussehen der Larven und ihre örtliche Zusammenballung rechtfertigt die Vermutung, daß auch ihr Tod durch Wanzen verursacht wurde. Während beispielsweise am 14. Juni in 7 untersuchten Gespinsten zusammen 138 lebende und nur 2 tote Raupen gefunden wurden, wies ein 8. Gespinst neben 2 lebenden 18 tote, völlig geschrumpfte Larven auf. In einem anderen Gespinst fanden sich neben 35 lebenden dicht beieinander 17 tote, geschrumpfte Larven.

In Mengen trat die Schlupfwespe *Xenoschesis fulvipes* (Grav.) Schmdk. auf[1]). Die Art ist als Parasit der *A. erythrocephala* bereits von Oudemans genannt worden und auch bei anderen Pamphiliden parasitisch aufgetreten. So umschwärmte sie nach Beobachtungen von Krauße, mitgeteilt von Habermehl, Ende Mai 1918, in Mengen die von Larven der *Cephaleia abietis* Pz. befallenen jungen Fichtenbestände bei Neuenheerse in Westfalen, und Trägårdh berichtet von einem starken Auftreten im gleichen Jahre in einem Befallsgebiet von *Cephaleia arvensis* Pz. in Südschweden. Wie weit dieser Parasit Einfluß auf die Gradation der *A. ery-*

[1]) Für die Bestimmung der Art bin ich Herrn Dr. Th. Kupka, Neu-Oderberg, zu Dank verpflichtet.

throcephala in Waitze genommen hat oder noch nehmen wird, können erst spätere Untersuchungen zeigen. Der von Joakimoff als Parasit der *A. erythrocephala* beobachtete *Holocremnus heterogaster* Thoms. konnte in Waitze nicht gefunden werden.

In geringerer Zahl trat die Tachine *Exorista (Catagonia) aberrans* Rondani auf[1]).

Als Räuber betätigte sich *Calosoma sycophanta* L.

Von Unterförster Ewert wurde beobachtet, daß an im Vorjahr stark befressenen Stämmchen und in diesem Jahr kahlgefressenen Maitrieben vom 18. Juni ab die Larven sich verfärbten und matt wurden. Viele dieser Larven starben und hingen eingetrocknet zwischen den Nadelstümpfen. Eine nähere Untersuchung der Erscheinung erfolgte nicht. Die Verfärbung der Larven erinnert an die Mitteilung Joakimoffs, daß die von *Holocremnus heterogaster* Thoms. infizierten Larven statt der hellgrünen eine rostbraune Farbe annahmen. Eine Nachprüfung der Frage, ob die häufig vorkommende rostbraune Färbung der Larven tatsächlich auf Parasitierung zurückzuführen ist, führte zu einem negativen Ergebnis: bei je 50 im Juni von den Fraßbäumen abgesammelten Larven des 4. und 5. Stadiums verschiedener Färbung sowie bei je 20 im November 1940 aus dem Boden gesammelten grünen und rotbraunen Larven wurden mit einer einzigen Ausnahme keinerlei Parasiten gefunden.

Der Einfluß von Witterungsfaktoren auf die Larven konnte nicht beobachtet werden, da während der ganzen Larvenzeit warmes, trockenes Wetter herrschte, das dem Gedeihen des Schädlings zweifellos günstig war.

6. Bekämpfung

Die von Joakimoff geschilderten, in Bulgarien anläßlich des Massenauftretens der Wespe in den Jahren 1915—1917 ausgeführten Bekämpfungsmaßnahmen: Ausgraben der überwinternden Larven, Eintrieb von Schweinen und Zerquetschen der Raupen in den Gespinsten, kommen für deutsche Verhältnisse entweder überhaupt nicht oder (Schweineeintrieb) nur für kleine Flächen in Betracht. Auch die von Prozorov vorgeschlagenen Maßnahmen, wie Abhauen und Verbrennen aller stärker mit Eiern belegten und nicht mehr erholungsfähigen Stämmchen oder Umgraben des Bodens rund um den Stammfuß, um die überwinternden Larven dem Frost auszusetzen, standen außerhalb jeder ernstlichen Erörterung. Bei einem Großauftreten des Schädlings, wie es in Waitze und Umgebung vorlag, konnte als praktisch ausführbar nur eine chemische Bekämpfung angesehen werden. In Kalifornien (Burke) und Spanien (Aullo Cortilla) hatte sich gegen Larven anderer *Acantholyda*-Arten das Spritzen mit Arsenbrühen bewährt. Wie schon oben (S. 129) erwähnt, wurde 1940

[1]) Die Determination übernahm dankenswerterweise Herr Dr. E. O. Engel, München.

keine größere Bekämpfungsmaßnahme vorgenommen, da die befallenen Bestände in der Mehrzahl minderwertig waren. Auch war die Frage ungeklärt, ob sich die in einem dichten Gespinst lebende Larve mit einem staubförmigen Mittel, wie sie bis heute ausschließlich bei chemischen Großaktionen im Walde in Anwendung kommen, wirksam bekämpfen lasse, und es erschien zu gewagt, mit einem unerprobten, kostspieligen Verfahren große Flächen zu behandeln. Da aber die Ausbreitung des Schädlings auf qualitativ einwandfreie Kulturen und damit die Notwendigkeit eines Einschreitens im Jahre 1941 in Aussicht stand, war die Frage, ob das Bestäubungsverfahren als wirksame Maßnahme gegen *A. erythrocephala* angesehen werden kann, einer Prüfung zu unterziehen.

Der Reichsforstmeister genehmigte die vorgeschlagene Versuchsbestäubung und bewilligte die erforderlichen Geldmittel. Der Fliegerforstschutzverband stellte trotz des Krieges und trotz anderweitiger starker Beanspruchung bereitwilligst ein Bestäubungsflugzeug zur Verfügung. Nach früheren an *A. nemoralis* Thoms. gemachten Erfahrungen war mit Fraßgift eher eine befriedigende Wirkung zu erwarten als mit Kontaktgift; das dichte Gespinst filtert einen Großteil des Staubes ab und macht damit die Wirkung eines Kontaktmittels fraglich. Es konnte aber erwartet werden, daß ein Fraßgift wirksam werden kann, wenn es auf den außerhalb des Gespinstes sitzenden Nadeln abgelagert und mit diesen von der fressenden Raupe in das Gespinst gezogen und verzehrt wird. Als Fraßgift wurde das Kalk-Eisen-Arsenat Hercynia-Braun der Gebr. Borchers A.-G. in Goslar benutzt.

Vom Wetter begünstigt, fand die Bestäubung planmäßig am 12. und 13. Juni morgens mit je einem Flug statt. Die Larven befanden sich an diesen Tagen zu 5% im zweiten, 51% im dritten, 38% im vierten und 6% im fünften Stadium. Am 12. Juni wurden 500 kg des Stäubemittels auf ein Quartier (Jagen 209) von 10 ha, am folgenden Tag die gleiche Menge auf ein angrenzendes Quartier von 20 ha Größe ausgestäubt. Die Dosis betrug demnach beim ersten Flug 50, beim zweiten 25 kg/ha. Auch mit der geringeren Dosis konnte in der niedrigen, im Durchschnitt etwa 1 m hohen Kultur eine völlig ausreichende Einnebelung der Fläche erreicht werden. Die Dosierung mit 50 kg/ha ergab eine sehr dichte Bestäubung. An beiden Morgen herrschte leichte Luftbewegung, welche die Staubwolke relativ schnell wegwehte.

Zur Kontrolle der Wirkung wurden in den beiden bestäubten Quartieren und in einer benachbarten unbestäubten, sonst völlig gleichartigen Fläche (Jagen 181) bei Rundgängen wahllos mit Gespinsten besetzte Triebe abgeschnitten und dann auf die Anwesenheit lebender und toter Larven untersucht. Das Ergebnis dieser vom 11.—19. Juni durchgeführten Untersuchungen ist in den Tabellen 9—11 für die Vergleichsfläche und die beiden mit 25 und 50 kg/ha bestäubten Quartiere aufgezeichnet.

Tabelle 9
Vergleichsfläche

Datum	Uhr	Zahl der untersuchten Larven	Davon in Prozent	
			lebend	tot
12. 6.	16.00	129	97	3
13. 6.	17.00	113	96	4
14. 6.	17.00	156	89	11
15. 6.	17.00	164	90	10
17. 6.	17.00	168	93	7
19. 6.	17.00	160	89	11

Tabelle 10
Mit 50 kg/ha bestäubte Fläche. Bestäubung am 12. Juni 5.00 Uhr

Datum	Uhr	Zahl der untersuchten Larven	Davon in Prozent	
			lebend	tot
11. 6.	16.00	167	98	2
12. 6.	16.00	243	91	9
13. 6.	17.00	238	11	89
14. 6.	17.00	155	5	95
15. 6.	17.00	164	5	95
17. 6.	17.00	161	0	100
19. 6.	17.00	154	0	100

Tabelle 11
Mit 25 kg/ha bestäubte Fläche. Bestäubung am 13. Juni, 5.00 Uhr

Datum	Uhr	Zahl der untersuchten Larven	Davon in Prozent	
			lebend	tot
11. 6.	16.00	167	98	2
13. 6.	17.00	185	90	10
14. 6.	17.00	199	81	19
15. 6.	17.00	158	82	18
17. 6.	17.00	159	21	79
19. 6.	17.00	163	15	85

Auf der Vergleichsfläche schwankte die Zahl der lebenden Larven zwischen 97 und 89%.

Die 50 kg/ha-Fläche wies am Nachmittag des 12. Juni, 11 Stunden nach erfolgter Bestäubung, einen nicht wesentlich höheren Prozentsatz an Toten auf als die Vergleichsfläche; die Larven sahen aber schlaffer, in der Farbe fahler und runzeliger aus als die Tiere aus dem unbestäubten Nachbarbestand; aus dem Gespinst genommen und auf einen Bogen Papier

gelegt, waren sie weniger lebhaft als diese. Am nächsten Tag waren 89, am übernächsten bereits 95 % der Larven tot. Vielfach konnte als Symptom der Arsenvergiftung ein Herausschieben der Larven mit dem Vorder- oder Hinterende aus dem Gespinst beobachtet werden. Am 5. Tage nach der Bestäubung waren die Larven restlos tot; eine 2 Tage später erfolgende Nachprüfung lieferte das gleiche Ergebnis.

Auf der mit 25 kg je Hektar bestäubten Fläche war die Wirkung entsprechend der geringeren Dosierung schwächer. Erst am 4. Tage nach der Bestäubung (17. Juni) wurde ein hoher Prozentsatz an Toten (79 %) gefunden. 2 Tage später waren 85 % tot. Eine restlose Abtötung der Larven ist auf dieser Fläche nicht erfolgt.

Der erste geringfügige Regen nach der Bestäubung fiel am 22. Juni gegen 21.00 Uhr. Auch nach dem Regen konnte auf der 50 kg-Fläche kein Fraß mehr beobachtet werden, während auf der 25 kg-Fläche weiterhin ein geringer Prozentsatz der Larven fraß.

Die Bestäubung mit 50 kg je Hektar eines Arsengiftes hat demnach eine 100prozent. Wirkung gehabt. Die geringere Dosierung mit 25 kg je Hektar hatte eine nicht so gute Wirkung, führte aber immerhin eine Abtötung von 85 % der Larven herbei. Bei ausreichender Dosierung ist somit die Bestäubung mit Arsenmitteln eine sicher wirkende Bekämpfungsmaßnahme gegen *A. erythrocephala*.

7. Zusammenfassung

Im Forstamt Waitze bei Schwerin/Warthe ist, vermutlich bedingt durch seine besonderen forstlichen Verhältnisse, die sonst nicht als gefährlicher Schädling anerkannte *Acantholyda erythrocephala* L. in eine Massenvermehrung eingetreten, die im Jahre 1936 begann und heute allein in Waitze 2150 ha 9—12jähriger Kiefernkulturen und -dickungen umfaßt. Beobachtungen und Untersuchungen über Bionomie, Ökologie und Bekämpfung des Schädlings führten im wesentlichen zu folgenden Ergebnissen:

1. Nach der Fraßstärke konnten 4 Fraßstufen unterschieden werden. Neuartig war der bisher nicht beobachtete, stellenweise überaus starke Fraß an Nadeln und Rinde der Maitriebe.

2. Die überwinternden Larven lagen in 5—11 cm Tiefe und dicht um den Stammfuß. Beim Absuchen einer kreisförmigen Fläche rings um den Stamm mit einem Radius von 55 cm wird in niedrigen Dickungen gleichzeitig die Larvenzahl je Quadratmeter und je Kiefer erfaßt.

3. Das Geschlechterverhältnis der Pronymphen war ungefähr 1 : 1. Die weiblichen Pronymphen waren im Durchschnitt schwerer als die männlichen.

4. Der Anteil der sich im nächsten Frühjahr weiter entwickelnden Pronymphen ist schon frühzeitig durch die bereits im August auftretenden Puppenaugen erkennbar.

5. Die bisherige Annahme einer einjährigen Generationsdauer trifft nicht allgemein zu.

6. Die Dauer des Puppenstadiums in Abhängigkeit von der Temperatur entspricht der Hyperbel $T.(t-5)=96$.

7. Die Aktivität der Wespen wird stark von der Temperatur beeinflußt. Die Männchen sind lebhafter als die Weibchen.

8. Die Lebensdauer der Wespen betrug bei einer Temperatur von 15° C im männlichen Geschlecht 11—16, im weiblichen 18 Tage.

9. An 1,25 m hohen Kiefern wurden bei der Eiablage die mittleren Kronenteile bevorzugt.

10. Die abgelegten Eizeilen waren auffallend kurz; Einzelablagen überwogen.

11. Die Eier nehmen im Laufe der Embryonalentwicklung durch Flüssigkeitsaufnahme an der Nadel an Breite und in geringerem Umfang an Länge zu.

12. Als vorläufige Formel für die Dauer des Eistadiums in Abhängigkeit von der Temperatur konnte die Hyperbel $T.(t-7{,}5)=152{,}5$ errechnet werden.

13. Die Larven durchlaufen mit größter Wahrscheinlichkeit im männlichen Geschlecht 5, im weiblichen 6 Häutungsstadien. Die Kopfkapselbreiten der Stadien werden mitgeteilt.

14. Die Fraßzeit der Larven, zwischen dem Schlüpfen aus dem Ei und dem Abwandern in den Boden dauerte bei einer Lufttemperatur von etwa 20° C 14—23, im Mittel 20 Tage.

15. Als häufige Parasiten wurde die Schlupfwespe *Xenocchesis fulvipes* Grav. und die Tachine *Exorista aberrans* Rondani beobachtet.

16. Eine Versuchsbestäubung mit einem arsenhaltigen Fraßgift führte bei einer Dosierung von 25 kg/ha zu 85prozent., bei einer solchen von 50 kg/ha zu 100prozent. Abtötung der Raupen.

Schrifttum

Aullo Costilla, M., Principales enemigos y enfermedades de las repoblaciones in España. Rev. Biol. for. Limnol. 1, 1929. Zitiert nach dem Referat in Rev. appl. Ent. 18, 1930, 264.

Burke, H. E., Some important Insect Enemies of Shade Trees in central and southern California. Proc. 9. Shade Tree Cont. New York 1933. Zitiert nach dem Referat in Rev. appl. Ent. 22, 1934, 653—654.

Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. 5. Bd. Berlin 1940.

Habermehl, Beiträge zur Kenntnis der paläarktischen Ichneumonidenfauna. Konowia 4, 1925, 169—186.

Heß-Beck, Forstschutz. 5. Aufl. 1. Bd. Schutz gegen Tiere. Von M. Dingler. Neudamm 1927.

Joakimoff, D., Ein Fall von massenhafter Vermehrung von *Lyda erythrocephala* L. Rev. Inst. Rech. Agr. en Bulgarie II, 2, 1921, 42—47.

Judeich-Nitsche, Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde. Bd. 1. Wien 1895.

Nüßlin-Rhumbler, Forstinsektenkunde. 4. Aufl. Berlin 1927.

Oudemans, J. T., Bijdrage tot de Kennis der Parasieten en Hyperparasieten van de Gestreepte Dennenrups (*Panolis griseovariegata* Göze). Ent. Ber. Ned. Ent. Vereen. 5, 1921. Zitiert nach dem Referat in Rev. appl. Ent. 9, 1921, 449—450.

Prozorov, S. S., The Pine Redheaded Sawfly, *Acantholyda erythrocephala* L. Trans. Sib. Agric. Acad. IV, Omsk 1925. Nach dem Referat in Rev. appl. Ent. 13, 1925, 312—313.

Sajo, K., Zur Lebensweise von *Lyda erythrocephala* L. und *Lyda stellata* Christ. Forstl. naturwiss. Zeitschr. 7, 1898, 237—247.

Scheidter, F., Zur Lebensweise der Kiefernbestandsblattwespe, *Lyda stellata* Chr. (Forstentomologische Beiträge Nr. 9.) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz 36, 1926, 202—209.

Schwerdtfeger, F., Kulturschädlinge nach Forleulenfraß. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 68, 1936, 653—660(a).

— — Zur Kenntnis der roten Kiefernbuschhornblattwespe, *Diprion sertifer* Geoffr. (*Lophyrus rufus* Panz). Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz 46, 1936, S. 513—534(b).

— — Bekämpfung und Prognose der Kiefernschonungsgespinstblattwespe, *Acantholyda erythrocephala* L. Forstarchiv 17. 1941.

Trägårdh, S., Skogsentomologiska Bidrag II. Med. Stat. Skogsförsöksanst. 20, 1923, 401—424.

Die Besiedlung künstlich geschwächter Bäume durch schädliche Insekten

Von

M. J. Ass und **G. P. Funtikow** (†)

(Mit 2 Photos und 7 Kurven)

Einleitung

Unsere Arbeit stellt das Resultat eines Versuches dar, den wir im Jahre 1928, nach der Initiative von Professor Dr. M. N. Rimsky-Korsakow gestellt hatten. G. P. Funtikow hat diesen Versuch im Onzewschen Bezirk der Siverskschen experimentellen Forstwirtschaft begonnen und bis zum Frühjahr 1930, unter der Leitung von Professor Rimsky-Korsakow fortgesetzt. Zu dieser Zeit mußte G. P. Funtikow nach der Kasachstan. Auton. Republik reisen, von wo es ihm nicht bestimmt war, zurückzukehren. Er starb, bevor er seine mit so großem Interesse begonnene Arbeit vollenden konnte. Im Sommer 1930 wurde mir vorgeschlagen, diesen Versuch zu Ende zu führen und das vom Verstorbenen hinterlassene Material zu bearbeiten.

Erst jetzt gelang es mir, die Notizen und Papiere des Verstorbenen (und die meinigen) zusammenzubringen und zu bearbeiten, da ich in meinen Studien schon seit längerem zu den parasitischen Insekten übergegangen bin.

Diese Arbeit kann man als den II. Teil der im Jahre 1932 erschienenen Schrift „Über die Biologie der Holzwespen" betrachten (diese Zeitschrift Bd. XIX, S. 557).

Die Versuche waren in ihrem Hauptteil abgeschlossen. Unbearbeitet blieb das Material über die Schädlinge der Versuchsbäume. Wie zu erwarten war, machte die Bearbeitung des Materials und der vom Verstorbenen hinterlassenen schriftlichen Notizen bedeutende Schwierigkeiten, denn die Anmerkungen und die nicht überall beendeten Kurven waren einem Nichteingeweihten nur mit Mühe verständlich. Außerdem war ein Teil der Erklärungen und des übrigen Materials ohne Zweifel verloren gegangen. Ich befürchte, daß es mir nicht überall gelungen ist, diese fehlenden Daten vollständig zu ergänzen. Alles, was ich aus den mir zur Verfügung gestellten Schriften entnehmen konnte, und das ganze die Versuchsbäume betreffende Material empfehle ich der Aufmerksamkeit der Forstentomologen.

Ich bitte hier Herrn Professor M. N. Rimsky-Korsakow meinen Dank für seine wertvollen Ratschläge und seine Hilfe entgegenzunehmen. Gleichfalls spreche ich meinen Dank aus dem Zoologen des Zool. Institutes der Akademie d. Wissensch. d. USSR., Herrn Dr. A. A. Stakelberg, der unsere Diptera bestimmt hat, Herrn Dr. A. N. Kiritschenko für die Bestimmung der Hemiptera, und dem Mitglied des Institutes für Pflanzenschutz (WJSR.), Herrn Dr. N. F. Meier, welcher sich die Mühe genommen hat, den Artbestand der von uns gesammelten Ichneumoniden festzustellen. M. Ass.

Allgemeiner Teil

Im Sommer 1928 wurde im Onzewschen Bezirk der Siverskschen Forstwirtschaft von der entomologischen Sektion der Leningrader Filiale des Staatl. Wissensch. Institutes für Forstwirtschaft ein Versuch unternommen, der die Frage über die Besiedlung geschwächter Bäume durch schädliche Insekten beleuchten sollte. Zu diesem Zwecke wurden 2 Fichten (*Picea exelsa*) und eine Kiefer gewählt. Die Kiefer und eine der Fichten waren von uns angebrannt, der anderen Fichte war der Gipfel der Krone abgesägt.

Versuchsort. Das Revier liegt unweit von Leningrad, nahe Wiriza (von Leningrad nach Süden etwa 50—55 km entfernt). Im nördlichen Teil des Onzewschen Bezirks, an der Grenze zwischen dem 2. und 11. Quartal, waren 2 Fichten gewählt. Die Bäume waren $^1/_2$ m voneinander unten entfernt, ihre Wipfel $1^1/_2$ m. In einem Abstand von 120 m nach SO, an der Grenze der Waldlichtung, befand sich die Kiefer.

1. Fichte Nr. 1. 88 Jahre alt. Höhe 23 m. Durchmesser in der Brusthöhe 26 cm. Im unteren Teile angebrannt.
2. Fichte Nr. 2. 82 Jahre alt. Höhe 24 m. Durchmesser in der Brusthöhe 23 cm. Die Rinde ist glatter (beim Absägen der Krone etwas beschädigt).
3. Kiefer. Höhe 19 m. Durchmesser in der Brusthöhe 25 cm. Ebenso angebrannt.

Südwärts von den Bäumen eine Lichtung (wo im Jahre 1927/28 die Bäume gefällt wurden) mit hinterlassenen einzelnen alten Kiefern. Daselbst waren, zwecks Studium der Frage über die Reinigung der Lichtungen, einige Baumstümpfe, Fichten- und Kieferwipfeln, Stangenholz usw. zurückgelassen, die von *Blastophagus piniperda*, *Ips typographus*, *J. duplicatus* und anderen Schädlingen stark befallen waren.

Belichtung. Bei klarem Wetter werden die unteren Teile der Fichten von 8 Uhr morgens bis 2.30—3.00 Uhr nachmittags von der Sonne beschienen. Danach werden sie von den an der Grenze der Lichtung wachsenden Bäumen, von West nach Ost oder genauer von NWW nach SOO beschattet. Um 6 Uhr abends werden die Bäume wieder von der Sonne bis zum Untergange derselben bestrahlt.

Relief. Eine Anhöhe mit sanfter Neigung nach SO. Mikrorelief schwach-wellig mit leichter Erhöhung an den Baumstämmen. Die Bäume stehen hoch auf ihren Wurzeln, die also zum Teil außerhalb der Erde, auf ihrer Oberfläche liegen (solche Wurzeln werden russisch bildlich „Tatzen“ genannt). Die tote Decke nimmt etwa 0,2 der ganzen Fläche ein, die von Pfaden durchkreuzt ist. Im Osten und Nordosten treten *Betuletum oxalidosum* heran. Der Wald des zweiten Quartals gehört zum Typus *Piceetum vaccinioso myrtillosum* (Bryzshev, N. A., siehe Nr. 1 [1]).

Flora. Die Dichtigkeit der Kronen beträgt 0,4. Die vorherrschende Baumart ist Fichte; ihrer Zahl der Stämme, ihrer Kronenprojektion und ihrer Masse nach 10.

Das Höhenmaximum 25 m, Mittelhöhe 23 m, die Höhe der Kronenbildung 10 m, das vorwiegende Alter 80 Jahre. Die jungen Bäume sind von den alten unterdrückt. Vereinzelt Ebereschen, ebenfalls unterdrückt.

Grasfläche undicht, unregelmäßig. Im Norden *Oxalis acetosella* mit *Vaccinium myrtillus* und *vidis idaea*. Im Osten ein Torfmoor (mit Moosbeeren, *Vaccinium oxycoccus* u. a.). Die trockenen Stellen jedoch, im speziellen der Bezirk, wo sich unsere Versuchsbäume befanden, waren mit Gräsern, Riedgras *Epilobium*, *Fragaria vesca* L., *Potentilla*, *Oxalis* (im Schatten) bewachsen. Im Jahre 1930 herrschten Gräser, *Potentilla*, *Epilobium* und *Fragaria* vor.

Abb. 1. Fichte Nr. 1 und die Beobachtungsstange (Mast). Man sieht die Stufen und Ziffern, die die Ordnung der Halbmeterabschnitte des Stammes anzeigen. Die letzteren sind mit Bindfaden am Stamme kenntlich gemacht. Senkrecht verlaufende Fäden teilen den Baum in Himmelsrichtungen ein (s. Text)

Die Moosbekleidung bedeckt den Boden in Gestalt eines ununterbrochenen Teppichs von 10 cm Dicke, dessen lebende Schicht 6 cm erreicht. Der Boden besteht aus für die nordische Zone typischer Mischung und Übergänge von allerlei Lehmschichten zur Torfbildung.

Vorbereitung zum Versuch

Wie bereits erwähnt, mußte unser Versuch klarlegen, wie die Besiedelung geschädigter — in unserem Falle künstlich geschwächter — Bäume vor sich geht. An

[1]) Die Nummern in den Klammern bedeuten Literaturzitate.

die Wichtigkeit dieses Prozesses und die Notwendigkeit einer derartigen Untersuchung werden wir durch die in unserer Union vorkommenden Waldbrände erinnert, welche starke Ansteckungsherde darstellen (2), die Baumschwächen mit günstigen Bedingungen für das Eintrocknen hervorrufen. Die Insekten sind es, die diesen Vorgang bedingen und abschließen und den Bäumen nicht erlauben, sich vom Brand zu erholen.

Zwecks besserer Beobachtung der sich einbohrenden Insekten, haben wir zwischen zwei nahestehenden (siehe oben) Versuchsfichten einen Mast mit eingekeilten Stufen aufgestellt, damit der Beobachter die Insekten an beiden Bäumen übersehen konnte. Die Höhe des Mastes betrug 24 m (der Abstand zwischen den Stufen betrug 50 cm, dieselben waren in den Mast eingeschnitten und außerdem angenagelt). Der Mast stand genau zwischen den Stämmen und berührte sie nicht. Er war von acht eisernen Drähten, welche (je vier) an zwei Stellen des Mastes befestigt waren, gehalten (siehe Abb. 1). Ein entsprechender Mast stand auch an der Kiefer III.

Um sicher zu sein, schnallte sich der Beobachter einen Feuerwehrgürtel um, der mit einem einschnappenden Ringe (Karabiner) versehen war, und der es erlaubte, während der Beobachtungen mit freien Händen an einer der eingebauten Stufen zu hängen.

Beobachtungsmethode

Nach der Befestigung des Mastes wurde an dem Baum ein Netz aus Draht und Bindfaden verfertigt. Längs dem Stamm verliefen 4 Drähte, welche den Baum in den nördlichen, südlichen, östlichen und westlichen Abschnittt (Viertel) einteilten. In horizontaler Richtung war der Stamm in halbmeterlange Strecken geteilt. Die unteren, beim Anzünden beschädigten Anschnitte wurden mit **a**, **b**, **c**, **d**, **e** und **f** abwärts bezeichnet. Der unbeschädigte Teil wurde aufwärts numeriert. Somit war der ganze Baum in eine Anzahl von Flächen geteilt, die ihrerseits in 4 Richtungen voneinander abgegrenzt waren. Jede Fläche wurde mit zwei Indexen notiert: die Zahlen bezeichneten die Flächenordnung, die Buchstaben- und die Belichtungsseite. Zum Beispiel bedeutet: 12 W oder 8 N, daß sich die Beobachtung auf die 12. oder 8. halbmeterlange Fläche (d. h. 6 oder 4 m über dem angebrannten Teil) bezieht, und zwar an der westlichen und nördlichen Seite des Stammes. Die Wurzeln wurden numeriert und die Einbohrstellen oder die Stellen der Eiablagerung wurden folgendermaßen bezeichnet: wenn die Eier an der Wurzel Nr. 1 48 cm von ihrer oberen Grenze längs der senkrechten Linie und linker Hand von derselben im Abstand von 4 cm abgelegt waren, notierte der Beobachter: **W I**: 48 ↓ 14 (W-Wurzel, ↓ — nach unten, l — links).

Vor dem Anbrennen der Fichte Nr. I waren im ganzen 28 Äste beschädigt und entfernt. Vollständig abgehauen waren 16 Äste. Von den übrigen wurde die Rinde entfernt oder die Äste wurden abgeschnitten (10), wobei Rindenstreifen zurückgelassen waren. (Es kamen nur solche Äste in Betracht, die nicht dünner als 1,5 cm waren.) Am Baume blieben 65 gesunde Äste zurück. Gleichfalls wurde beim Aufstellen des Mastes eine Wurzel an der Nordseite entfernt.

I. Insektenbesiedelungen im Jahre 1928

Fichte Nr. 1

Am 2. August 1928 wurde im Abstand von 1.5 m die ganze Unterlage (Moos u dgl.) entfernt und der Boden an den Wurzeln aufgelockert Danach wurde um 10 Uhr morgens ein Scheiterhaufen angezündet, der bis 11.30 Uhr brannte. Die Flamme verbreitete sich längs dem Stamme bis zur Höhe von 1,5 m, wie wir es leider nach der verkohlten Rinde feststellen konnten. Auf den Rat des Herrn Professor V. V. Humann wurde der Baum am 3. August nochmals und genau wie vorher angebrannt. Von der großen Hitze waren die Wurzeln W 1 und W 3 vollständig durchgebrannt, stellenweise die Rinde vom

Weißholz abgelöst und aufwärts („B“ Nord) traten kleine Harztröpfchen hervor. Die Wurzeln 1, 2, 4 und 5 waren stellenweise verkohlt.

Am 6. August entfernten wir bei der Fichte Nr. 2 die Spitze. Wie erwähnt, stand die Fichte Nr. 2 nördlich von der Fichte Nr. 1 und im Abstande von $^1/_2$ m. Ebenso wie jene war diese in $^1/_2$ m hohe Flächen und (NSOW) Sektore geteilt. Ihre Höhe betrug 23,5 m.

Die Kiefer war ebenfalls angebrannt, doch wurden die Beobachtungen hier bald eingestellt, da Spechte die Rinde in einer Ausdehnung von 1 m vom Stamme abgerissen hatten.

Abb. 2. Der angebrannte Teil der Fichte Nr. 1. Im Hintergrunde ein Teil der Beobachtungsstange (mit Stufen) und der Fichte Nr. 2

Schon beim zweiten Brand (am 3. August) sahen wir auf der Fichte Nr. 1 *Sirex gigas*, die während ihrer Eiablage eine Bohrstachel in den Stamm versenkt — gestorben war. (An der Stelle, welche sie ausgesucht hatte — fehlte ein Teil der Rinde.)

Am selben Tage sahen wir noch ein *Sirex gigas*-Weibchen an der Wurzel Nr. 1 und einen *Monochamus urussovi* Fisch. (*rosenmülleri* Ced.) an „e“ Ost (d. h. am angebrannten Stammteile). An diesem Baume wurde er bis zum 5. August beobachtet.

Der 4. August. Regen. Trotz sorgfältiger Untersuchung wurden keinerlei neue Einbohrlöcher bemerkt.

Der 5. August. Trübes Wetter. Im „e“-Abschnitt wurden 7 Einbohrlöcher von Borkenkäfern *(Ipidae)* gefunden[1]). 4 derselben befanden sich an der Westseite des Baumes, 3 an der Südseite.

Der 6. August. Trübes Wetter. Regen mit Unterbrechungen. 4 Einbohrungen. Im Quartal „c“ eine Einbohrung; im Quartal „d“ 3 Einbohrungen. Darunter 2 von der südlichen Seite und 2 von der westlichen.

Der 7. und 8. August. Es wurden keine neuen Einbohrlöcher bemerkt.

Der 9. August. Regen der zwischen 12 und 3 Uhr aufhält; Borkenkäfer

West	3 neue Einbohrlöcher	darunter dn „c“ 6
Süd	1 neues Einbohrloch	und an „d“ 1
Ost	3 neue Einbohrlöcher	

Im ganzen 7 Einbohrlöcher.

[1]) Jede Öffnung wurde sofort mit Ölfarbe an der Rinde bezeichnet und mit Angaben ihres Ortes notiert.

Der 10. August. 1 neues Einbohrloch an „c“ West.
Der 11. August. Keine neue Beschädigungen.
Der 12. August. 1 neues Einbohrloch am „c“ West.

Einen Teil der sich einbohrenden Insekten konnten wir nach ihren während der Arbeit hervorragenden Hinterenden bestimmen. Allem Anscheine nach gehörten sie zu *Ips typographus* L. Nach dem 12. August waren die Einbohrungen der Borkenkäfer eingestellt. Vom 5. August bis zum 12. August beobachteten wir im ganzen 20 Einbohrungen. Die Öffnungen waren folgendermaßen angeordnet:

Sektor	N	O	S	W	Im ganzen
c	—	3	3	11	17
d	—	—	3	—	3
Summe	—	3	6	11	20

Somit war die westliche Seite am stärksten besiedelt, während die Nordseite von den Borkenkäfern gar nicht befallen war. Die Besiedelung erstreckte sich nicht höher als 1 m über die Wurzeln. Danach verlief die Besiedelung unserer Bäume folgendermaßen: Vom 12. August an stellten sich an den Fichten Holzwespen (*Siricidae*) ein. Es begann eine sorgfältige Beobachtung. Die verhältnismäßig wenig furchtsamen Insekten wurden mit Ölfarbe am Rücken bezeichnet, so daß es möglich wurde, diejenigen Exemplare zu unterscheiden und wieder zu erkennen, welche ihre Eier mit Unterbrechungen ablegten und hin und her flogen. Alle zugeflogenen Weibchen wurden vermerkt. Unsere Tabelle 1 zeigt die Zahl der von den Holzwespen verursachten Einbohrlöcher, und gleichfalls die Eier verschiedener anderer Insekten, die vom 12. August bis zum 13. September abgelegt wurden.

In der ersten senkrechten Reihe („je ein ♀“) bezeichnen die, mittels Kommata voneinander getrennten Ziffern, die Zahlen der Einbohrlöcher eines Weibchens, nebenan („Gesamtzahl“) die Gesamtzahl der Einbohrlöcher aller Weibchen während eines Tages. In den Reihen von *Monochamus* und *Ibalia* ist in derselben Reihenfolge die Zahl der abgelegten Eier wiedergegeben. Wir wollen hier erläutern, daß wir zwischen der Einbohrlöcherzahl und der Zahl der Eier kein Gleichheitszeichen stellen, da wir festgestellt haben, daß die Holzwespenweibchen während einer Einbohrung auch mehrere Eier ablegen können. (Bei *Sirex* schwankt die Anzahl der bei jedem Stiche abgelegten Eier von 1—8, im Durchschnitt also 4—5 Eier [s. Literatur 9]).

Außerdem weisen wir darauf hin, daß jede für ein Weibchen angeführte Einbohrungszahl, nicht die ganze Produktion und Arbeitsfähigkeit derselben darstellt, da in vielen Fällen ein und dasselbe (mit Ölfarbe markiertes!) Weibchen ihre Eiablage in den nächsten Tagen fortsetzte. Aus Gründen einer besseren Übersicht zeigen wir auf unserer Tabelle

nicht die wirkliche Einbohrungszahl, welche auf jedes Weibchen während aller Beobachtungstage fiel. Die Zahl schwankt zwischen 1—170 Stichen (ausführlicher s. Liter. 9). Auf der nächsten Tabelle wollen wir zeigen, wie sich die Besiedelung von *Sirex gigas* L. auf Fichte Nr. 1 nach den Himmelsrichtungen und in die Höhe angeordnet hatte.

Tabelle 1

Datum	*Sirex gigas*		*Xeris spectrum*		*Paururus juvencus*		*Monochamus*	*Ibalia*	
	je ein	Ges.-Zahl	je ein	Ges.-Zahl	je ein	Ges.-Zahl		je ein	Ges.-Zahl
12. August	8	8	6	6	—	—	—	—	—
13. „	10, 15, 22	47	11	11	—	—	—	—	—
14. „	3, 9, 1, 20	33	13, 9	22	—	—	—	—	—
15. „	41, 19, 6, 8	74	10, 4	14	—	—	—	—	—
16. „	7, 21, 5, 9, 2, 2	46	2	2	—	—	—	—	—
17. „	7, 31, 17	55	3, 2	5	—	—	—	—	—
18. „	9, 18	27	2	2	—	—	—	—	—
19. „	23, 19	42	1	1	—	—	—	—	—
20. „	17, 19	36	6	6	—	—	—	—	—
21. „	38	38	9	9	—	—	—	—	—
22. „	41, 2, 1, 3	47	3	3	—	—	—	—	—
23. „	10, 8, 5	23	8	8	—	—	—	—	—
24. „	25, 2	27	4	4	—	—	—	—	—
25. „	15	15	—	—	—	—	—	—	—
26. „	—	—	10	10	—	—	—	—	—
27. „	1	1	—	—	—	—	—	—	—
28. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29. „	14	14	—	—	—	—	—	—	—
30. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1. September	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11. „	—	—	—	—	14	14	—	1, 1	2
12. „	—	—	—	—	18, 6, 2	26	4	4, 5, 5	14
13. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14. „	—	—	—	—	—	—	—	1	1
	Im ganzen	533 Stiche		103 Stiche		40 Stiche	4 Eier		17 Eier

Tabelle 2

Die Nr. d. Stamm-abschnitte	Ost	Süd	West	Nord	Summe	Die Dichtheit der Einbohrlöcher[1])	Der Flächenraum der Abschnitte des Stammes m^2
4	—	1	—	—	1	2,5	0,400
3	—	2	—	—	2	5,0	0,400
2	—	—	1	—	1	2,5	0,400
1	3	2	1	—	6	15,0	0,400
a	9	6	10	2	27	65,0	0,417
b	18	10	11	3	42	98,0	0,426
c	28	6	25	12	71	153,0	0,471
d	14	1	8	14	37	238,0	0,155
e	4	—	2	7	13	74,0	1,176
	76	28	58	38			

[1]) Die Dichtheit der Einbohrlöcher — Zahl der Stiche auf je 1 m^2.

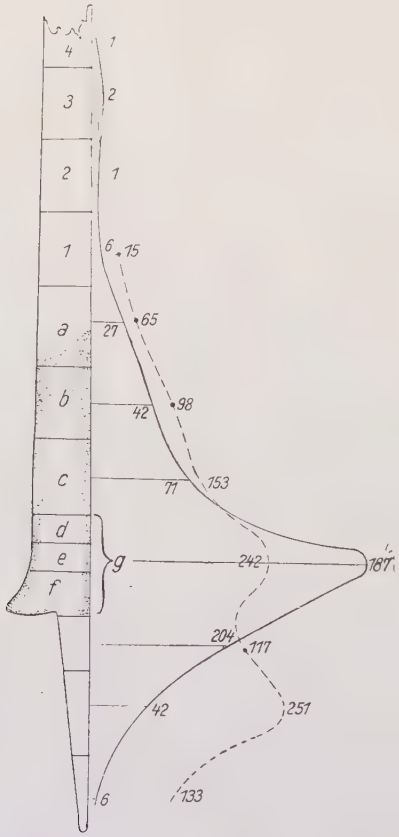


Abb. 3. Die Besiedlung der Fichte Nr. 1 durch *Sirex gigas*. (Der angebrannte Teil ist punktiert.) —— Zahl der Bohrstiche, --- Dichte

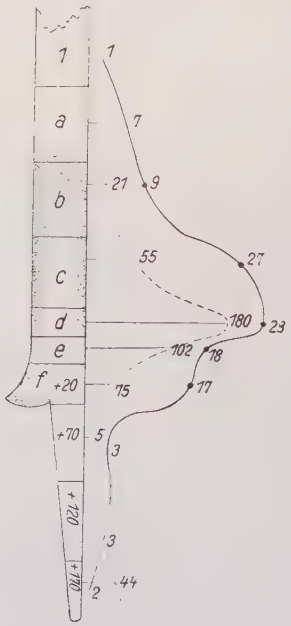


Abb. 4. Die Besiedlung des unteren Teiles des Stammes und der Wurzeln von *Xeris spectrum*. —— Zahl der Bohrstiche, --- Dichte

Zwecks Feststellung der Dichtheit der Einbohrlöcher an den Flächen der „d“-, „e“-, „f“-Abschnitten und der Wurzeln wurden ihre Flächen mit den ersten 20 cm aller aus dem Stamme austretenden Wurzeln summiert. Die Summe bezeichnen wir mit „g“. Nach diesen ersten 20 cm liegenden Wurzelflächen haben wir mit konzentrischen Kreisen so eingeteilt, daß die letzteren um den Stamm in 70, 120 und 170 cm Entfernung gezogen wurden. Die Kreise teilen die oberflächlich auf der Erde liegenden Wurzeln in eine Reihe von Flächen ein. Die Flächensumme dieser vom Stamme gleichentfernten Wurzelabschnitte betrachten wir als eine Gesamtfläche (s. Abb. 3).

Tabelle 3

Bezeichnung des Abschnittes	Zahl der Stiche	Dichtheit	Fläche in m²	Bemerkungen
„g“	187	242,0	0,835	d + e + f + 20 cm vom Stamm
70	117	204,0	0,576	weiter vom Stamm von 20—70 cm
120	42	251,0	0,176	von 70 cm bis 120 cm
170	6	133,0	0,045	

Im ganzen hat *Sirex gigas* L. 513 Einbohrungen (Stiche) produziert. Am unteren Baumstammabschnitte 210 Stiche und 312 an den Wurzeln. An der Eiablage waren während der Zeit etwa 30 Weibchen beteiligt.

Eine andere Holzwespe *Xeris spectrum* hatte vom 13. August bis zum 27. August im ganzen 104 Stiche gemacht (s. Abb. 2).

Tabelle 4

Nr. des Stamm-abschnittes	Ost	Süd	West	Nord	Summe	Dichtheit	Flächen in m²
1	—	—	1	—	1	2,5	0,400
a	1	—	4	2	7	16,8	0,417
b	3	—	4	2	9	21,1	0,426
c	14	1	3	9	27	55,2	0,471
d	14	—	3	11	28	180,0	0,155
e	6	—	4	9	18	102,3	0,176
Im ganzen	38	1	18	33	90		2,045

An den Wurzeln:

	Zahl der Stiche	Dichtheit	Flächen der Anschnitte	Bemerkungen
„g“	63	75,5	0,835	= d + e + f + 20 cm
70	3	5,2	0,576	von 20—70 cm vom Stamm
120	3	18	0,167	von 70—120 cm
170	2	44	0,045	von 120—170 cm

Paururus juvencus L. Die Besiedelung erreichte 14,5 m aufwärts längs dem Stamm. Am 2. September bis 12. September waren 40 Stiche ausgeführt. Die Fichte wurde im ganzen von 4 Weibchen besucht.

Monochamus urussovi Fisch. (= *rosenmülleri* Ced.). 2.—13. September Kopulation. Am unteren Teile des Baumes sind 4 von demselben Weibchen gemachte Einschnitte beobachtet worden.

Criocephalus rusticus L. 16. September erste Kopulation. Bis zum 28. September Kopulation und Eiablage unter der Rinde im unteren Teile des Baumes (von „c" bis „Nord 2").

Tetropium castaneum L. Die Eiablage wurde an der Nordseite am unteren Teile des Stammes beobachtet, nach dem Anbrennen des Baumes, am 15. Juli.

Serropalpus barbatus Schall. 15.—19. September 2 Kopulationen und Eiablage.

Von den Begleitern der Borkenkäfer wurden bemerkt: *Thanasimus* (*Clerus*) *formicarius* L. am 12. August, *Epuraea pusilla* Jec. am 12. August und *Philonthus sp.* am 14. August; von parasitierenden Insekten: *Ibalia leucospoides*[1]) wurde zum erstenmal am 14. Juli bemerkt. Die Eiablage wurde am 2. September abends beobachtet. Im ganzen hatte *Ibalia* vom 11. bis zum 13. September 17 Stiche ausgeführt.

Fichte Nr. 2

Wie bereits erwähnt, war die Fichte Nr. 2 am 6. August beschädigt worden. Es wurden ihr Gipfel und ihre Wurzeln abgesägt (siehe den allgemeinen Teil).

Insektenbesiedelung der Fichte Nr. 2

13. August. *Sirex gigas* L. macht einen Stich an der Stelle, wo die Wurzel angesägt war.

14. August. *Sirex gigas* L., 3 Stiche am unteren Teil des Baumes.

15. August. *Xeris spectrum* L., 2 Weibchen befühlten die Rinde und suchten einen für die Eiablage günstigen Ort. Eier wurden aber nicht abgelegt.

16. August. *Sirex gigas* L. ist von der Fichte Nr. 1 (wo sie 5 Stiche gemacht hatte) herübergeflogen und hat 4 Stiche im unteren Teile ausgeführt.

Xeris spectrum L., 2 Stiche an „a" Süd.

Sirex gigas L., 10 Einbohrlöcher (Stiche) an „a", 1. und 2. Abschnitt.

17. August. *Xeris spectrum* L., ungefähr 50 Stiche im unteren Teile des Baumes (1 Süd und „a" Süd), doch sind die Stiche viel zu wenig andauernd. Aller Wahrscheinlichkeit sind keine Eier abgelegt.

[1]) Parasitierende Gallwespe. Legt ihre Eier ins Innere der Holzwespenlarven.

Sirex gigas L., 1 Stich an „1 Süd". Am selben Tage noch 2 Stiche.

21. August. *Xeris spectrum* L., an den Wurzeln 1 Stich.

22. August. *Sirex gigas* L., 4 Stiche.

12. September. *Paururus juvencus* L., 9 Stiche an den Abschnitten zwischen 11 Nord und 23 Süd.

Im ganzen an der Fichte Nr. 2 hat *Sirex gigas* 21, *Xeris spectrum* 3 und *Paururus* 8 Stiche gemacht.

Andere Insekten waren nicht gefunden.

Besiedelung der Kiefer Nr. 3
(am 12. September angebrannt)

Am 14. August und 19. September wurden 2 Weibchen von *Sirex gigas* gefunden, die, von Harz umgeben, nicht imstande waren, ihre Bohrstachel aus dem Holze zu befreien.

Am 27. August an 1 S Einbohrloch eines Borkenkäfers[1]).

Am selben Tage beschädigt ein *Blastophagus piniperda* die Zweige an den Gipfeln.

Andere Insekten sind an der Kiefer nicht gefunden worden.

II. Insektenbesiedelung im Jahre 1929

Im folgenden Jahre (1929) begannen die Beobachtungen im Mai. Es wurden nicht nur diejenigen Insekten vermerkt, welche hierher zuflogen, sich einbohrten und Eier ablegten, sondern auch solche, die sich an der Besiedelung unserer Bäume nicht unmittelbar beteiligt hatten, mit den ersteren jedoch ökologisch in Verbindung standen. Hierher gehören alle parasitierenden und andere Insekten (z. B. Schlupfwespen verschiedener Familien usw. und die „Räuber"). Es wurden ebenso auch zufällig den Baum besuchende Insekten vermerkt, da sie für unsere Wälder charakteristisch sind.

In diesem Jahre nahmen die Borkenkäfer (*Ipidae*) die erste Stelle ein, sowohl ihrer Menge als auch ihres frühen Auftretens nach, und zwar vorwiegend *Ips typographus* L., *Ips duplicatus* Schlb. und *Pityogenes chalcographus* L. Das erste Auftreten aller 3 Käferarten fiel auf den 15. Mai. *Ips typographus* und *duplicatus* wurden zusammen notiert, da es sehr schwer ist, auf Grund der Größe der Einbohrlöcher und des äußeren Habitus, den wir nur während der Arbeit der Käfer beobachteten, die Art des Insekts fehlerlos zu bestimmen. Deshalb soll daran erinnert werden, daß in der Rubrik „*Ips typographus*" beide Arten genannt sind. Wir machen diese Erläuterung, da *Ips typographus* allein unseren Baum bis 11 m Höhe (im 21. Halbmeterabschnitte) nicht besiedeln konnte. Vermutlich besiedelte *duplicatus* die höher gelegenen Flächen, wogegen *typographus* vorwiegend die unteren Teile des Stammes sich aneignete, wobei die Areale ihrer Besiedelung einander teilweise deckten. Möglicher-

[1]) Genauer nicht bestimmt.

weise läßt sich die Senkung unserer Kurven an dem 8. Halbmeterabschnitt (d. h. 4 m) an beiden Fichten gerade durch den Umstand erklären, daß das Maximum der Besiedelung durch *typographus* sich unter dieser Stelle befindet, das Maximum für *duplicatus* hingegen höher.

Tatsächlich beobachteten wir an dem 9. Stammabschnitt ein gewisses Steigen der Kurve (s. Abb. 5). *Typographus* vermeidet vermutlich die angebrannten Stellen und Stammteile, was aus dem Vergleiche der

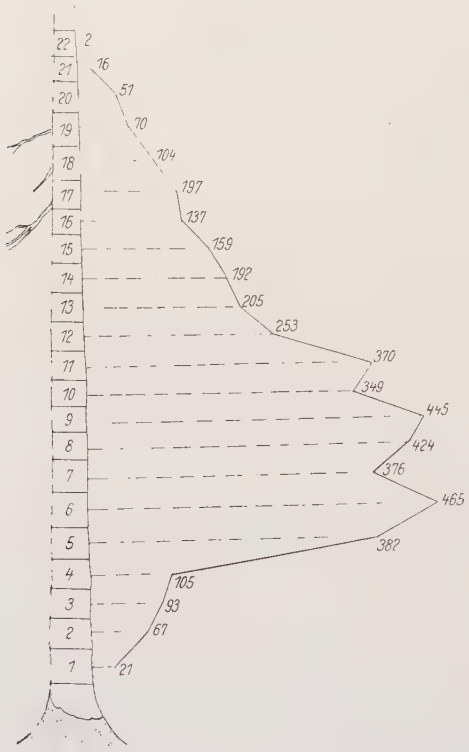


Abb. 5. Besiedlung der Fichte Nr. 1 (*Ips typographus* + *duplicatus*)

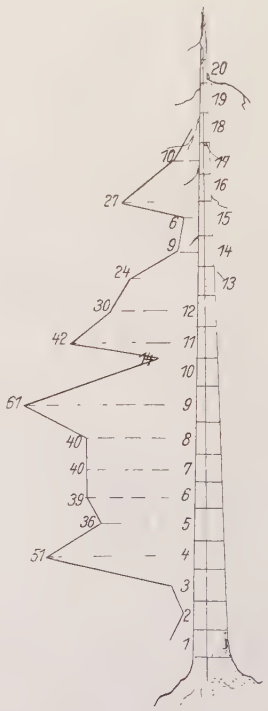


Abb. 6. Besiedlung der Fichte Nr. 1 (*Pit. chalcographus*)

Kurven der Fichten Nr. 1 und Nr. 2 zu ersehen ist; die an ihrem unteren Teile nicht angebrannte Fichte Nr. 2 zeigt eine intensive Besiedelung der unteren (ersten) Abschnitte mit *Ips typographus*. Die höchste Einbohrzahl fällt bei *Pit. chalcographus* auf den zweiten Meter der Fichte (s. ihren 3. und 4. Abschnitt), wo 1302 Einbohrlöcher gefunden und beobachtet wurden (571 an dem 4. und 732 an dem 3. Abschnitt). Es war mir nicht möglich, festzustellen, welch ein Prozentsatz der Insekten ihre Entwicklung abschlossen und wieviel Eier abgelegt wurden. Diese Bevorzugung des unteren Teiles ist für *chalcographus* ungewöhnlich und kann durch das Ausdörren des oberen Baumteiles (9 m) infolge des Entfernens des Gipfels erklärt werden. Im ganzen hatte *Pit. chalcographus* auf der Fichte

Nr. 1 4411 Löcher und auf der Fichte Nr. 2 4847 Löcher eingebohrt. *Typographus* steht ihm in dieser Hinsicht etwas nach; an der ersten Fichte hat er 1811 Löcher gemacht, an der zweiten finden wir 1293. (Die nicht mit den Ausflugslöchern zu verwechseln sind!) Unten führen wir die Tabellen an, welche die Dichtheit der Besiedelung mit *typographus* (= *typogr.* + *duplicat.*) und *chalcographus* auf Fichte Nr. 1 zeigen.

Tabelle 5
Fichte Nr. 1

Nr. des Halbmeter-abschnittes	Flächenmaß des Abschnitt. (B) in dcm²	Zahl der Einbohrungen (A)		Einbohrzeichen (A/B) Dichtigkeitsfläche	
		typographus	*chalcographus*	*typographus*	*chalcographus*
1	94,50	21	21	0,22	0,22
2	84,00	102	67	1,25	0.79
3	80,75	167	93	2,07	1,15
4	80,25	124	105	1,56	1,31
5	78.00	117	382	1,50	4,77
6	75,00	105	463	1,40	6,17
7	78,00	86	376	1,19	5,22
8	68,50	68	424	0,36	6,19
9	69,10	86	445	1,17	6,84
10	62,20	114	349	1.82	5,60
11	58,26	95	370	1,63	6,35
12	55,00	107	253	1.35	4,60
13	51,50	106	205	2,01	3,98
14	46,50	90	192	1,94	4,13
15	42.00	88	159	2,09	3,62
16	38,00	94	137	2,47	3,60
17	35,50	82	127	2,45	3,79
18	28,63	75	104	2,62	3,65
19	23,13	69	70	3,00	3,40
20	17,13	13	51	0,76	3,00
21	10,88	2	16	0,18	1,45
Die Fläche des ganzen Stammes beträgt 1173,83 dcm²				Mittelzahl bis 1.54	Mittelzahl bis 3,84

Der Bestand der Insekten, die die Bäume im Jahre 1929 besiedelten, war bedeutend mannigfaltiger als im vorigen Jahre.

Es sind folgende Käfer beobachtet worden:

Fichte Nr. 1. *Rhagium inquisitor* L., 12. Mai, 15. Mai, Eiablage; *Rhagium mordax* L., 21. Mai, 25. Mai, 7. Juni; *Callidium violaceum* L., 27. Mai, Eiablage 2. Juni; *Molorchus minor* L., 1. Juni, 6. Juni; *Tetropium castaneum* L., 15. Juni, Eiablage; *Pogonocherus fasciculatus* L., 1. Juli, 9. Juli; *Toxotus cursor* L., 12. Juli; *Acanthocinus griseus* Fabr., 25. Juli.

Tabelle 6
Fichte Nr. 2

Nr. des Halbmeter-abschnittes	Flächenmaß in dcm²	Zahl der Einbohrungen		Dichtheit	
		typographus	*chalcographus*	*typographus*	*chalcographus*
1	74,40	160	51	2,15	0,68
2	65,87	113	464	1,71	7,04
3	63,58	62	732	0,97	11,51
4	63,0	45	570	0,71	9,05
5	62,38	43	347	0,69	5,56
6	61,25	53	249	0,86	4,06
7	59,62	44	248	0,73	4,16
8	57,0	43	237	0,75	4,15
9	54,5	66	238	1,21	4,36
10	52,75	101	327	1,91	6,20
11	50,6	117	277	2,31	5,47
12	48,38	143	221	2,95	4,57
13	44,50	105	206	2,36	4,63
14	41,25	111	247	2,69	5,98
15	38,12	41	182	1,07	4,77
16	35,00	45	158	1,31	4,51
17	23,63	35	93	1,56	3,93
Die Fläche des ganzen Stammes beträgt 885,89 dcm²		Summe 1293	Summe 4847	Mittelzahl 1,46	Mittelzahl 5,47

Fichte Nr. 2. *Tetropium castaneum* L., 19. Juni, Eiablage; *Pogonocherus fasciculatus*, Eiablage 7. Juli; *Toxotus cursor*, Eiablage (an „1“ und „2“) 13. Juli.

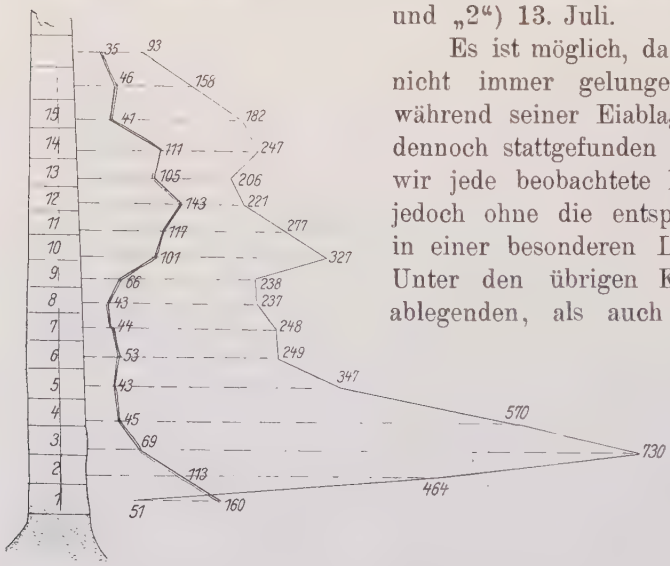


Abb. 7. Besiedlung der Fichte Nr. 2 (— *Ips typographus* + *duplicatus*, — *Pit. chalcographus*). Maßstab 100 Einbohrungen = 25 mm

Es ist möglich, daß es dem Beobachter nicht immer gelungen war, das Insekt während seiner Eiablage zu ertappen, die dennoch stattgefunden hat. Deshalb haben wir jede beobachtete Eiablage angemerkt, jedoch ohne die entsprechenden Insekten in einer besonderen Liste hervorzuheben. Unter den übrigen Käfern sowohl Eier ablegenden, als auch sonst am Baume beobachteten, erwähnen wir:

Pissodes sp. 21.—24.Mai; *Xylita buprestoides*, 26. Mai, 2. Juli, Eiablage im angebrannten Teile 15. August; *Xy-*

loterus lineatus, 22. Mai an den Wurzeln; *Melanotus rufipes* Hbst., 12. Juni; *Anthaxia quadripunctata*, Eiablage 22. Juni; *Epurea pusilla* Ill. Sehr häufiger Raubkäfer, frißt (nach R. Kleine) Borkenkäfer, vorwiegend *Ips typographus (Dryocoetes autographus)*, *Xyloterus lineatus* Oliv., *Blastophagus minor* Hrtg. u. a. (S. Literatur „3“). *Thanasimus (Clerus) formicarius* L., 15. Mai, 26. Mai Kopulation, D. 14. Juni Kopulation und Eiablage. Raubkäfer. überfällt *typographus*, *Blastophagus piniperda, Ips sexdentatus* u. a. (S. „3“ loc. cit.).

Anfang Juni konnten an der Fichte in den Rindenspalten Larven eines räuberischen Netzflüglers, *Raphidia (ophiopsis* L.) gefunden werden, welche die Larven und Puppen der Borkenkäfer in großen Mengen vernichten. Ein *Elateroides dermestoides* war am 23. Mai angeflogen; zwischen (und auf) den Wurzeln der Fichten wurde eine Carabide *Agonum quadripunctatum* Deg. angetroffen, die Mitte August kleine Insekten verfolgte.

Von den Hautflüglern erwähnen wir als Parasiten Braconidae in bedeutenden Mengen, die wir in den ersten Junitagen beobachteten, und zwar im unteren Teile des Stammes, an der Stelle, wo unlängst *Tetropium* und *Callidium* Eier abgelegt hatten. Den 10. Juni wurden Chalcididae an den Einbohrlöchern des *typographus* bemerkt. Den 20. Juni legte *Ibalia leucospoides* Hohr. ihre Eier ab. Wiederholt kam *Rhyssa persuasosia* L. hinzugeflogen, welche aber bis zum 18. August nicht bei der Eierablage ertappt werden konnte.

Wir geben hier ferner eine Liste der Ichneumonidae, die zum Teil später aus den aus unserer Fichte ausgesägten Holzblöcken erzogen, zum Teil an unserem Baum gefangen wurden.

Echtrus reluctator L. Parasit des *Monochamus rosenmüllerei* Ced.

Echtrus reluctator L. var. Im Juni an unserer Fichte. Die jetzt nur aus dem Fernen Osten (Amurgebiet), Centralasien bis Ural. Westlicher war er nur zweimal bis jetzt gefunden (im Tscherepowetz- und Jaroslawgebiet).

Pyracmon melanurus Holmgr. parasitiert, allem Anschein nach bei Tetropium oder Callidium.

Pyracmon obscuripes Holmgr. Juni. Nach Schmiedeknecht (4) sind beide Arten in Nord- und Mitteleuropa selten.

Rhyssa amoena Grev. September. Parasit des *Sirex gigas* und *Cerambyx cerdo* L.[1]) (nach Kleine, siehe 5).

Rhyssa persuasoria L. Mitte Mai bis Ende Juli. Wirt: *Sirex.*

Lissonota (carbonaria?) 26. Juni.

Pyracmon sp. Eine andere, nicht genauer bestimmte Art. Wirt: *Callidium.*

Ibalia leucospoides Kochenw. (Cynipidae, die bei Siriciden parasitiert.) Wurden vom 20. Juni bis zum 31. August bei der Eiablage beobachtet.

[1]) Nach Kleine parasitieren beide *Rhyssa*-Arten bei *Cerambyx.*

Unter den Braconidae (welche von Professor A. V. Schestakov liebenswürdigerweise bestimmt worden sind) sollen erwähnt werden:

Coeloides scolyticida W. sehr häufig.

Coeloides abdominalis Zett. Beide Arten parasitieren wahrscheinlich auf *Ips typographus* und *duplicatus*. Kleine nennt *Scolytus multistriatus* alle seinen Wirt.

Dendrosoter middendorfii Rohr. Kleine weist auf folgende seine Wirte hin: *Blastophagus piniperda*, *Pityogenes bidentatus*, *Scolytus scolytus*, *Dendroctonus micans*. An unseren Fichten wurden *Blastophagus* und *Pityogenes* gefunden. Auch andere Wirte sind möglich.

Doryctes obliteratus Nees. Wirt: *Ips typographus* (nach Kleine).

Sonst flogen noch einige Holzwespen an, nämlich *Xeris spectrum* (machte mehrere Stiche an 8 Ost, 21. Juni) und *Sirex gigas* L. die nur 2 Stiche verübten (5. Juli und 6. Juni).

Von den Diptera haben wir gesammelt:

Laphria gilva L. 2. August und 13. August. Räuber. Überfällt herfliegende Insekten (Borkenkäfer auch) und erwartet sie an Baumstümpfen und Stämmen. — *Bibio pomonae* F. vom 1. Juli bis 15. August. — *Ernestia radicum* F. 13. August. — *Gaurax ephippium* Zett. Vom 1. Juli bis 15. August. Eine recht seltene Fliege. — *Leptis lineola* F. Vom 16. Juni bis 15. Juli — *Leptis maculata* Deg. und *scolopacea*, 8. Juni (Räuber). — *Pachygaster minutissima* Zett. 16. Juni bis 15. Juli. Zwecks Eiablage — sagt V. Gussiev — gelangt die Fliege in die Gänge der Borkenkäfer durch die Öffnungen derselben. Die Larven entwickeln sich in den Gängen von *Ips sexdentatus*, *Xyloterus lineatus* und *Ips acuminatus*. Juni—September. — *Eustalomyia histrio* Zett. 14. August. — *Medetera ambigua* Zett. 16. Juli bis 31. Juli. — *Medetera signaticornis* Lw. 1. Juni bis 15. Juli. — *Medetera obscura* Zett. *Medetera excellens* Frey. Vom 16. Juni bis 15. August. — *Medetera apicalis* Zett., *stackelbergii Par.* 1. Juni bis 15. August und spec. Die Larven der *Medetera*arten leben in den Gängen der Borkenkäfer, deren Larven und Puppen sie aussaugen (nach V. Gussiev; siehe auch Escherich K., Die Forstinsekten Mitteleuropas Bd. V, S. 621, 1941. — *Odinia maculata* Mg. I. Juli bis 15. Juli. — *Platychirus albimanus* F. 17. August. — *Cypsela* sp. — *Cyrtopogon lateralis* Fln. 16. August. — *Hamalocephala albitarsis* Zett. 1. Juli bis 15. Juli. — *Chortophila trichodactyla* Rd. —

An *Hemiptera* wurden vorgefunden:

Aradus crenaticollis Sah. — *Aradus laeviusculus* Ract. — *Acanthia saltatoria* L. — *Scoloposcelis pulchella* Zett. Räuber.

III. Sommer 1930

Bis zum Sommer 1930 waren die Fichten so stark ausgetrocknet, daß die Rinde stellenweise abfiel und die Holzfasern entblößte, welche feine Längsspalten (Risse) zeigten. Während einiger Zeit werden die Be-

obachtungen fortgesetzt, doch Ende Juli stellte es sich heraus, daß die Besiedelung ausblieb und die Bäume aufhörten Insekten anzulocken. Einzelne Wespen fingen an, ihre Nester in den Ausfluglöchern der Siriciden zu bauen (Mauerwespen?). Ungefähr Mitte Juli konnten sie bei ihrer Arbeit beobachtet werden. Das Bohrmehl wurde aus dem Holzwespengang von den neuen Einwohnern ausgestoßen, wonach die Wespe kleine Insekten und Spinnen herbeitrug. Sodann wurde das Ausflugsloch der Holzwespe mit einem Lehmdeckel geschlossen. Allem Anschein nach gehörten die Wespen zu den verschiedenen Arten, möglich sogar zu verschiedenen Gattungen, denn später stellte es sich heraus, daß die Nester (die also in den Gängen der Holzwespen und der Melandryiden-Käfer gemacht waren) — nach verschiedenen Plänen gebaut waren. Außer den Wespen besuchten die Bäume — *Acanthocinus aedilis*, *Hylobius abietis* L. und andere Bockkäfer, auch verschiedene *Chalcididae*. Von den zugeflogenen Insekten machten sich keine aktiv tätig, so daß ihr Auftreten bloß einen zufälligen Charakter hatte.

IV. Fällung, Zerteilung und Untersuchung der Versuchsbäume

Am 13. August 1930 wurden die Bäume gefällt, in Meteranschnitte zerteilt und aus dem Walde ins Kontor der Forstwirtschaft geschafft. Hier wurden sie sorgfältig besichtigt, in kleine Stücke zersägt, etikettiert und nach Leningrad transportiert, wo denn die nachfolgende Untersuchung vorgenommen wurde.

Die Analyse der Oberfläche des Stammes und der Rinde zeigte, daß die Insekten die Fichten noch nicht verlassen hatten und der Baum bis zu diesem Augenblick seine Obhut einer Reihe von sich entwickelnden Schädlingen gab.

Unter der Rinde der ersten Fichte am angebrannten Teil und höher, bis zum 3. m — wurden Larven von *Pytho depressus* verschiedenen Alters (5 Exemplare) vorgefunden (diese Larven überfallen die Larven und Puppen von *Rhagium* und *Acanthocinus*, siehe oben die zitierte Arbeit von V. Gussiev), räuberische Fliegenmaden von *Xylophagus* (die die Borkenkäfer überfallen), *Rhagium*-Puppen (2 Exemplare) vermutlich *inquisitor*, zwei Imagines derselben Art, die die Rinde in dem Puppennest durchnagten, vier *Ichneumoniden*-Puppen in braunen Pergamentkokons, und *Anthaxia* (*quadripunctata?*) Larven.

Die Rinde des angebrannten Teiles war von Borkenkäfern an ihrer inneren Seite nicht beschädigt. Die Gänge derselben waren unter der Rinde aller höher gelegenen Anschnitte dicht angeordnet. Meistenteils verliefen die Gänge so dicht zusammen, daß die Feststellung ihrer Zahl und das Erkennen ihrer Gestalt nicht mehr möglich war.

In dem Holze selbst (in den Holzfasern) fanden wir folgende Beschädigungen:

1 Meter

Fichte Nr. 1

Anthaxia, ein Teil der Larven war schon ins Innere des Stammes zwecks Verpuppung eingedrungen.

Sirex, 2 Larven in der Tiefe von 10—11 cm, (West) sehr groß, möglich kurz vor der Verpuppung.

Xyloterus lineatus, an der Nordseite mehrere Einbohrlöcher und Gänge.

Melandryidae, an der Westseite zwei tiefe Gänge. Puppennest eines *Tetropium* oder eines anderen Bockkäfers, der „einen kurzen bis 6 cm breiten Gang" (7) bohrt.

Es soll erwähnt werden, daß die von *Melandryidae* und *Siricidae* gemachten Beschädigungen einander mehr oder weniger gleichen. Die Gänge dieser Käfer und Hautflügler unterscheiden sich in folgendem:

Die Gänge der Holzwespen *Sirex*, *Paururus*	Die Gänge der *Melandryidae*[1])
Der Gang ist von zylindrischer Gestalt unabhängig von der Richtung der verlaufenden Holzfasern.	Der Gang ist seitlich ein wenig zusammengedrückt, als ob ihn die Jahresringe des Holzes pressen.
Im Querschnitt an allen Stellen des Ganges.	Im Querschnitt ist er nur in der Puppenwiege abgerundet. Bis dahin rechtwinklig oder trapezförmig, mit abgerundeten Winkeln.
Die Abbiegungen (Wendungen) des Ganges sind abgerundet und verlaufen im Bogen oder im Kreise.	Die Wendungen des Ganges sind eckig; mitunter rechteckig.

Die Fichte Nr. 2

Sirex, 12 Gänge; 5 derselben mit Fluglöchern (Ausflugsöffnungen). Die übrigen Larven sind entweder gestorben oder ihre Entwicklung noch nicht beendet. Die Zahlen, welche die Mengen dieser unbeendeten Gänge darstellen, sind weiter in Klammern geschlossen (ungefähr 20 Larven waren[2]) am Leben). Ihre Beschädigungen sind in der Zahl — also in Klammern gestellten — der unbeendeten Gänge enthalten.

Melandryidae, 32 Gänge.

Xyloterus lineatus, 22 Einbohrungen und Muttergänge. Drangen in verschiedenen Tiefen ein. Eier wurden nicht abgelegt.

Molorchus, 2 Gänge.

Anthaxia, 30 lebendige Larven, 2 Puppen.

Rhagium inquisitor, Imago.

Tetropium (siehe oben), 2 Puppennester.

[1]) Hier und weiter ist mit dem Namen *Melandryidae* vorwiegend *Serropalpus barbatus* gemeint, mit dem wir es wahrscheinlich zu tun haben.

[2]) Von dem ganzen Stamme.

Fichte Nr. 1	Fichte Nr. 2
2 Meter	
Siricidae, 5 Gänge (Nord 4, Ost 1).	Gar keine Beschädigungen der Holzfasern.
Anthaxia, 10 Puppenöffnungen (s. d. 1. Meter in Fichte Nr. 1).	*Anthaxia*, 10 lebendige Larven.
Tetropium, 2 Puppennester.	—
3 Meter	
Siricidae, 11 Gänge mit Ausflug-löchern.	Keine Beschädigungen.
4 Meter	
Siricidae, 51 Gänge; (6) + 45. *Tetropium*, 1 Puppennest.	Keine Beschädigungen.
5 Meter	
Siricidae, 36 Gänge; 33 + (3). *Tetropium*, 1 Puppennest.	*Siricidae*, 2 Gänge; 1 + (1).
6 Meter	
Siricidae, 39 Gänge; 37 + (2).	Keine Beschädigungen.
7 Meter	
Siricidae, 38 + (2) = 40 Gänge. *Tetropium*, 1.	Keine Beschädigungen.
8 Meter	
Siricidae, 37 + (3) = 40 Gänge.	Keine Beschädigungen.
9 Meter	
Siricidae, 55 + (5) = 60 Gänge. *Tetropium*, 2.	Keine Beschädigungen.
10 Meter	
Siricidae, 13 + (1) + 14 Gänge.	*Tetropium*, 1 Puppennest.
11 Meter	
Siricidae, 40 + (2) = 42 Gänge.	Keine Beschädigungen.
12 Meter	
Siricidae, 25 + (5) = 30 Gänge.	*Siricidae*, 1 + (1) = 2 Gänge.
13 Meter	
Siricidae, 21 + (3) = 24 Gänge.	Keine Beschädigungen.
14 Meter	
Siricidae, 9 Gänge.	Keine Beschädigungen.
15 Meter	
Siricidae, 5 + (1) = 6 Gänge	Keine Beschädigungen.

16 Meter

Siricidae, 25 + (2) = 27 Gänge. Aus 6 Gängen flogen Ichneumoniden aus. — Keine Beschädigungen.

17 Meter

Siricidae, 10 Gänge. Aus einem derselben flog eine Schlupfwespe. — Keine Beschädigungen.

18 Meter

Siricidae, 1 Gang. — Keine Beschädigungen.

Höher sind keine Beschädigungen bemerkt worden.

Im ganzen an den Fichten:

	Fichte Nr. 1 (mit angebranntem unteren Teil)	Fichte Nr. 2 (mit abgesägter Spitze)
1.	*Siricidae*, meistenteils waren es *Paururus*-Gänge 447	16 Gänge
2.	*Tetropium*, 8 Puppennester	3 Puppennester
3.	*Anthaxia*, 20 Larven	40 Larven
4.	*Xyloterus*, 3 Gänge	22 Gänge
5.	*Molorchus* —	2 Gänge
6.	*Melandryidae*, 2 Gänge	32 Gänge

Die ganze Innenseite der Rinde beider Bäume war von ineinanderfließende, sich verflechtende Borkenkäfergänge zerfressen.

Nach den Himmelsgegenden ordnet sich die Holzwespenbevölkerung (*Siricidae*) folgendermaßen an:

Nord	108 Gänge	(25,2 %)
West	110 Gänge	(25,7 %)
Süd	119 Gänge	(27,8 %)
Ost	91 Gänge	(21,1 %)

Es kann somit von einer Bevorzugung irgendeiner bestimmten Himmelsgegend bei Holzwespen keine Rede sein. (Später konnte festgestellt werden, daß wir es hier am meisten mit *Paururus juvencus* zu tun hatten.)

Ebenso unwählerisch schienen in dieser Hinsicht *Melandryidae* zu sein und gleichfalls die Bockkäfer, welchen die kurzen gebogenen Puppenwiegen eigen sind (bei uns „*Tetropium*“). *Anthaxia quadripunctata* dagegen bevorzugt, wie es scheint, die westliche Seite des Stammes.

Somit sind in den Jahren 1928—1930 62 Insektenarten an den Fichten 1 und 2 festgestellt worden:

1.	Schädliche *Hymenoptera* (*Siricidae*)	3 Arten
2.	Nützliche *Hymenoptera* (Parasiten)	10 „
3.	Schädliche *Coleoptera*	15 „
4.	Räuberische *Coleoptera* (nützliche)	5 „
5.	Räuberische *Diptera*	12 „

6. Räuberische *Hemiptera* (Wanzen) .	1	Art
7. Räuberische *Neuroptera* (Raphidia) .	1	Art
Im ganzen: Schädlinge	18	Arten
Nützliche Insekten . .	29	„
Zufällige Insekten . .	15	„
Summe	62	Arten

Wir sehen, daß der Artbestand der nützlichen Insekten reicher und mannigfaltiger ist als der der Schädlinge. Die Schädlinge lassen jedoch die ersten weit hinter sich im Sinne ihrer Quantität und besiedeln den Baum in Hunderten und selbst in Tausenden von Exemplaren, wie es aus der Tabelle der Einbohrungen der Borkenkäfer und aus den Daten der Analyse des Stammes zu ersehen ist. Infolge der zusammenwirkenden Tätigkeit waren die im Jahre 1928 angebrannten Bäume im Juli 1930 vollständig ausgedorrt. Eigentlich konnte dieser Vorgang schon im Herbste 1929 als beendet betrachtet werden. Das Absterben dauerte demgemäß ungefähr 13 Monate, so daß viele Insekten ihre Entwickelung zweifellos

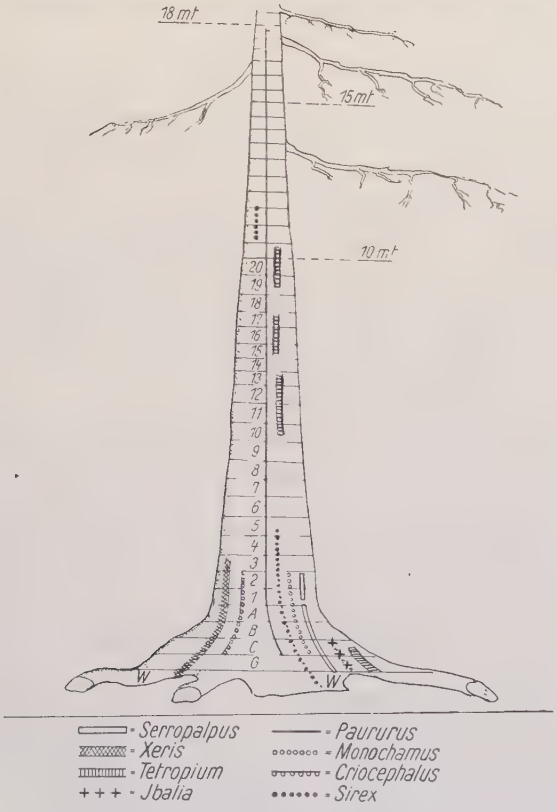


Abb. 8. Schema der senkrechten Verbreitung der Insekten

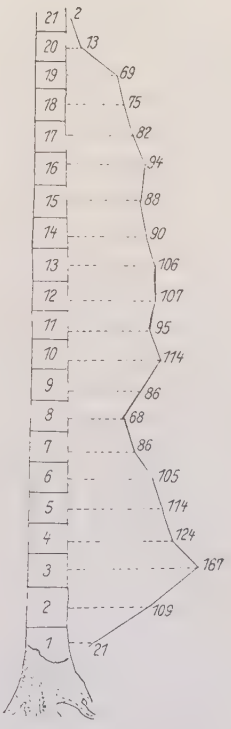


Abb. 9. Verteilung der Besiedlung eines Fichtenstammes durch *Paururus juvencus* (n. Ass u. Funtikow 1932)

in vollkommen ausgedorrten, toten Stämmen abschlossen (wir meinen *Pityrus juvencus* mit seinem 3jährigen Entwicklungszyklus. Die Imagines flogen aus den Bäumen im Sommer 1930).

Die Dichtheit der Besiedelung beider Fichten mit *typographus*-Borkenkäfern ist ungefähr gleichmäßig. *Chalcographus* besiedelte die zweite, nicht angebrannte Fichte bedeutend dichter und ordnete sich ungleichmäßig an; sein Maximum fiel ausnahmsweise auf die unteren Meter.

Aus dem uns zur Verfügung stehenden Material ist zu sehen, daß die zweite Fichte von den Schädlingen weniger besucht war. Dieses wird auch von der Analyse der Stämme bestätigt.

Der untere Teil der zweiten Fichte ist dagegen reicher bevölkert als die ersten Meter der Fichte Nr. 1 (siehe *Anthaxia*, *Ips typographus* u. a. Insekten in den unteren Baumabschnitten), *Ips typographus* vermeidet, wie gesagt, den angebrannten Teil. Dieses bezieht sich auch auf die übrigen Schädlinge.

Somit ist das erste Jahr (1928) von einer intensiven Besiedelung mit Holzwespen und einer unbedeutenden Besiedelung mit Borkenkäfern charakterisiert. Letzterer Umstand kann das Resultat eines späten Brandes gewesen sein.

Das zweite Jahr (1929) hat im Gegenteil eine äußerst energische Besiedelung mit Borkenkäfern, besonders mit *typographus* und *chalcographus* gezeigt. Die Siriciden wurden nur vereinzelt angetroffen. Die übrigen Schädlinge, welche nicht den ganzen Stamm besiedelten, waren nicht von großer Bedeutung. Im ganzen war die Fichte Nr. 1 stärker besiedelt und mehr geschädigt als die Fichte Nr. 2, obgleich alle übrigen Bedingungen die gleichen waren und beide Bäume zu gleicher Zeit ausdorrten und vertrockneten.

Der Autor zieht keine endgültigen Schlüsse aus dieser Arbeit. Es wäre unvorsichtig, auf Grund des ersten Versuches dieses zu tun. Unseres Wissens sind bis jetzt keine Beobachtungen vorgenommen worden, welche den gemeinsamen Einfluß der schädlichen Insekten auf durch Feuer bereits widerstandslos gemachten Bäume (Waldbrände) klären könnten. Der Brand ist aber ein Faktor, der das Gleichgewicht der Waldbiozönose häufig stört, einigen Organismen optimale Bedingungen schafft (im speziellen den Schädlingen) und daher die größte Aufmerksamkeit verlangt. Entsprechende Versuche können praktisch auf die Zeitspannen hinweisen, welche für die Exploitation der durch Feuer geschwächten Waldgebiete möglich sind.

Literaturverzeichnis

1. Brizschev, N. A., Waldtypen der Siverskschen Experimentforstwirtschaft in Liter. (Russisch).
2. Prosorov, S. S., Waldbrände der Kiefernwälder als Infektionsherde (Russisch). Zeitschr. d Inst. der Land- und Forstwirtschaft Sibiriens B. 12. Omsk 1920.
3. Kleine, R., Die Borkenkäfer und ihre Feinde aus den Ordnungen der Coleopteren und Hymenopteren. Entom. Blätter 5. Nürnberg 1909.

4. Schmiedeknecht, D., Opuskula Ichneumonologica. Fasc. XVIII—XXIX und andere. 1911.
5. Kleine, R., Die Schmarotzerwespen der Cerambyciden und Buprestiden. Entom. Blätter 5, 1909.
6. Gussev, W. J., Nützliche Insekten, die auf von Borkenkäfern besiedelten Bäumen vorkommen. Mitt. des Liningrader Forstinstituts XXXVI, 1928 (Russisch).
7. Rimsky-Korssakov, M. N., Bestimmungstabellen der Beschädigungen der Bäume und Sträucher. Staatsverlag 1930 (Russisch).
8. — — Forstentomologie. Leningrad 1935 (Russisch).
9. Ass, M. I. und Funtikoff, E., Über die Biologie und technische Bedeutung der Siriciden. Zeitschr. für angew. Entomologie XIX, Heft 3, 1932.
10. Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas Band V. Berlin 1941.

Referate

Escherich, Karl, Die Forstinsekten Mitteleuropas Bd. V. Lieferung 2, S. 209—416, 213 Abb. Berlin, Verlag Paul Parey. Geh. 17,60 RM.

In Fortsetzung der ersten Lieferung geht die Behandlung der Laubholzblattwespen weiter, wobei zuerst die an Eiche, dann die an Birke, weiterhin die an Erle und zusammengefaßt die an anderen Laubhölzern (Ulme, Ahorn, Linde) und schließlich an Farn besprochen werden. Dann folgt die Besprechung der *Cimbicidae* und der Holzwespen (*Siricidae*). Bei letzteren wird besonders die wirtschaftliche Bedeutung und die Frage nach der Verantwortlichkeit bzw. Ersatzpflicht klargelegt; sehr interessant ist auch die Darstellung der Symbiose mit Pilzen und des Parasitismus der Cynipide *Ibalia*.

Escherich geht dann zur Besprechung der II. Unterordnung der *Terebrantia* über, in der in erster Linie die Schlupf- und Gallwespen enthalten sind. Besonders die Schlupfwespen werden in Escherichs Buch sehr ausführlich dargestellt. So weit ich sehe, gibt es, zumindest in deutscher Sprache, keine zweite so eingehende Behandlung der Schlupfwespen, wie sie uns Escherich hier gibt. Es wird zunächst kurz auf die Systematik eingegangen und dann die Biologie und Ökologie geschildert. Wir brauchen nur die Überschriften der einzelnen Abschnitte anzuführen, um schon zu sehen, wie eingehend Escherich die Schlupfwespen geschildert hat: Aufenthalt, Benehmen, Ernährung, Imagines, die weiblichen Geschlechtsorgane und die Eier, die verschiedenen Arten der Fortpflanzung, Liebesspiele und Kopula, Eiablage, Entwicklung, Larvenentwicklung, Verpuppung, das Schlüpfen der Imagines, die Gesamtentwicklung, Monophagie und Polyphagie, Hyperparasitismus, Wirkung des Parasitismus auf den Wirt, Abwehraktion des Wirtes (Immunität), Gradation, Forstliche Bedeutung, Feststellung des Schlupfwespenbefalls, phytophage Schlupfwespen. Gerade das letzte Kapitel wird jedem Leser viel neue und belangreiche Tatsachen nahebringen, wie wir überhaupt dem Verfasser dankbar sein müssen, daß er gerade die Schlupfwespen so eingehend und mit so viel Begeisterung behandelt hat.

Den Abschluß dieser Lieferung bilden die Gallwespen, deren Darstellung derjenigen der Schlupfwespen an Gründlichkeit und Klarheit in nichts nachsteht. Nachdem die Entstehung und der Bau der Gallen geschildert ist, wird einführend eine Bestimmungstabelle der verschiedenen Gallen gegeben. Anschließend geht Escherich auf die wichtigsten Arten des Näheren ein. Den Abschluß dieses Kapitels bildet die Besprechung der zoophagen *Cynipiden* (*Figitidae*); die bizarren Gestalten der abgebildeten *Cynipiden*-Larven, die gar nicht mehr wie Insektenlarven aussehen, werden jedem Betrachter ins Auge fallen.

Escherichs Vermögen, in Klarheit das Unwichtige vom Wichtigen zu trennen, ist auch in diesem Bande wieder in jedem Kapitel spürbar, seine meisterliche Schreibweise bringt dem Leser auch schwierigere und bisher wenig beachtete Tatsachen nahe. Die Ausstattung dieser Lieferung ist ebenfalls glänzend, die klaren Abbildungen, Photos und Zeichnungen erläutern den Text auf das glücklichste.

Die Lieferung schließt mit der ersten Seite der Behandlung der *Aculeata*. Die nächste Lieferung wird demnach des Verfassers Lieblingsthema, die Ameisen, enthalten. Mit Spannung sieht die Entomologenschaft dieser Darstellung entgegen.

H. W. Frickhinger.

Kotte, Walter, Krankheiten und Schädlinge im Obstbau und ihre Bekämpfung. 304 S. mit 193 Textabbildungen und 8 farbigen Tafeln. Berlin, Verlag Paul Parey, 1941. Preis geb. 16,— RM.

Mit dem vorliegenden Buch ist eine große Lücke in der Pflanzenschutzliteratur ausgefüllt. Gab es doch bisher kein Werk in Deutschland, in dem die Schädlinge im Obstbau und ihre Bekämpfung zusammenhängend so eingehend und sachgemäß behandelt werden wie im vorliegenden. Der Verfasser konnte ja auch besonders reiche Erfahrungen in einem der bedeutendsten und vielseitigsten Obstbaugebiete Deutschlands sammeln. Es werden nicht alle irgend einmal beobachteten Gelegenheitsschädlinge behandelt, dafür aber die wirtschaftlich wichtigen Großschädlinge um so ausführlicher. Nach einem allgemeinen Überblick über die wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes im Obstbau werden die allgemeinen Ursachen der Schäden (pflanzliche und tierische Schädlinge, Vira, Umwelteinflüsse) erläutert und die Krankheiten und Schädlinge an den einzelnen Obstsorten behandelt. Es folgt dann ein längeres Kapitel über die Bekämpfung der Krankheiten und Schädlinge (Mittel, Geräte, praktische Durchführung usw., ein Bestimmungsschlüssel) und endlich ein Verzeichnis der für den Praktiker wichtigen Schriften.

Der textliche Teil ist sehr klar und übersichtlich, die Abbildungen sind ausgezeichnet. So ist hier ein höchst verdienstvolles Buch entstanden, das in die Hand jedes Obstzüchters gehört und berufen ist zur wesentlichen Steigerung unserer Obsternte zu verhelfen.

K. E.

Schwerdtfeger, Fritz, Anleitung zum Probesuchen nach Kieferninsekten in der Bodendecke. Zweite, neubearbeitete Auflage. Mit 27 teils farbigen Abbildungen auf 7 Tafeln zur Bestimmung der gefundenen Insekten. Berlin, Verlag Paul Parey. Preis steif broschiert 1,35 RM. (Partiepreise).

Nachdem die Bekämpfungsmethoden der Kieferngroßschädlinge so ausgebaut sind, daß wir tödliche Schäden bei rechtzeitiger Anwendung sicher verhüten können, spielt das alljährliche Probesuchen der in der Bodendecke befindlichen Schadinsekten zwecks Voraussage des Auftretens eine bedeutsame Rolle. Um Verwechslungen der dabei gefundenen Insekten zu vermeiden, soll die Schwerdtfegersche Anleitung dienen. Sie erfüllt diesen Zweck in jeder Weise, und wer sich daran hält, ist vor Fehlbestimmungen sicher. Dafür sorgen die ausgezeichneten Abbildungen und der kurze, aber das Wesentliche scharf umreißende Text. Wie sehr sich die Anleitung bereits in der forstlichen Praxis bewährt hat, geht schon daraus hervor, daß nach kuzer Zeit bereits eine zweite Auflage nötig geworden ist.

K. E.

Kemper, H., Die Spuren der Gesundheits- und Wohnungsschädlinge in ihrer Bedeutung für Schädlingskunde und Schädlingsbekämpfung. Mit 75 Seiten und 71 Abbildungen. Beihefte der Zeitschr. für hygien. Zoologie Heft 1. Berlin, Duncker und Humblot, 1941.

In vielen Fällen ist es schwer, bei einem Schaden den Urheber selbst festzustellen und so wird man nach irgendwelchen von ihm hinterlassenen Spuren suchen, um die Art des Plageerregers herauszubringen.

Das Auffinden solcher Spuren kann dem Schädlingsbekämpfer (Kammerjäger) gute Dienste leisten, der das Befallensein oder Nichtbefallensein einer Wohnung, eines Lagerraumes, eines Möbelstückes oder eines Warenpostens festzustellen hat oder die Stelle des Hauptbefalles ausfindig machen und die Stärke des Befalles beurteilen soll. Geradezu unentbehrlich sind die genaue Beachtung und sorgfältige Auswertung der Spuren aber immer dann, wenn die Plage aus irgendeinem Grunde bereits erloschen ist und wenn über sie dann noch nachträglich Näheres ausgesagt werden soll, wie es oft von Gerichtssachverständigen erwartet wird.

Der Begriff Spur ist hier sehr weit gefaßt und schließt alles ein, was die betreffenden Schädlinge im Laufe ihrer Entwicklung an erkennbaren und deutbaren Anzeichen hinterlassen. So werden als Spuren angeführt und behandelt: Körperreste, Hautreaktionen als Folge von Stichen usw., Fraßspuren und Bohrlöcher, Kotspuren, Eihüllen, Larvenhäute, Puppenhäute, Kriechspuren usw.

Die höchst verdienstvolle und wichtige Schrift, die mit sehr instruktiven Abbildungen (meist Originalen) ausgestattet ist, wird sicherlich von allen Schädlingsbekämpfern freudigst begrüßt werden. K. E.

Schmidt, Günther, Gebräuchliche Namen von Schadinsekten in verschiedenen Ländern. Entomologische Beihefte aus Berlin-Dahlem Bd. 6 (1939) und Bd. 7 (1940). 364 Seiten. Preis 16,— RM.

Wer mit tierischen Schädlingen zu tun hat und gezwungen ist, die verschiedenartige Schädlingsliteratur zu verfolgen, wird die vorliegende Schrift als große Wohltat und Erleichterung bei seinen Arbeiten empfinden. Die Arbeit gliedert sich in zwei Teile, deren erster nur deutsche Namen umfaßt und deren zweiter Teil die fremdsprachigen bringt. Jeder Teil hat sein besonderes Vorwort und auch seine besonderen Indices, und zwar je zwei, durch die das Auffinden der Namen sehr erleichtert wird. Der erste Teil umfaßt mehr als 1700 deutsche Namen; der zweite Teil enthält eine Auswahl der wichtigsten englischen, französischen, italienischen, spanischen und holländischen Namen. Ein unentbehrliches Hilfsmittel für die wissenschaftlich arbeitenden Entomologen wie auch für die Praktiker, die dem Autor für die große Arbeit, die er auf die Fertigstellung dieser Listen verwendet hat, dankbar sein werden. K. E.

Koller, Gottfried, Hormone. Sammlung Göschen Bd. 1141. Mit 40 Abb. und 15 Tabellen. Berlin, Walter de Gruyter u. Co., 1941. Preis geb. 1,62 RM.

Eine ausgezeichnete Einführung in das große und heute wohl das höchste allgemeine Interesse erfordernde Gebiet der Hormonforschung. Die Darstellung ist bei strenger Wissenschaftlichkeit direkt spannend und leicht verständlich geschrieben, so daß jeder, der eine Ahnung von den biologischen Grundlagen hat, sich darin zurechtfindet. Eine neue Welt tut sich hier auf, die uns Alten wie ein Märchenland erscheint, in dem alles möglich ist. Daß die Hypophyse ein Organ ganz besonderer Art ist, haben die Griechen schon erkannt, doch daß ihr eine solche alles beherrschende Macht zukommt, das nachzuweisen, blieb erst der neuesten Epoche der Naturforschung vorbehalten. Das Kollersche Büchlein sollte die weiteste Verbreitung in allen Kreisen finden. K. E.

Dem Meister der angewandten Entomologie

KARL ESCHERICH

zum 70. Geburtstage

gewidmet

von seinen Freunden und Schülern

Herausgegeben

von

ERWIN SCHIMITSCHEK

Aufnahme von E. O. Hoppe

Karl Escherich zum 18. September 1941

Karl Escherich begeht am 18. September 1941 seinen 70. Geburtstag. Zur Feier dieses Tages haben sich seine Schüler und Freunde zusammen gefunden, um das „Escherich-Heft" der Zeitschrift für angewandte Entomologie zu schaffen; jener Zeitschrift, die der Jubilar vor 27 Jahren ins Leben gerufen hat und zur führenden angewandt entomologischen Zeitschrift gestaltete.

Viele deutsche Wissenschafter stehen jetzt unter den Waffen, so auch der Nachfolger Escherichs im Amte, Prof. Zwölfer, der sich daher an der Herausgabe dieses Festheftes nicht beteiligen konnte.

Wenn nun mitten im Kampfe des deutschen Volkes um seine Lebensgrundlagen und seinen Lebensraum doch Zeit und Möglichkeit gefunden werden, das „Escherich-Heft" zu gestalten, so ist dies einerseits der Ausdruck jener Hochschätzung, die dem führenden deutschen Forstentomologen und überragenden Menschen entgegengebracht wird; es ist aber andererseits auch der Ausdruck jener Geisteskraft, die im deutschen Volke liegt und die auch mitten im gewaltigen Ringen um den Bestand europäischer Kultur, wissenschaftliche Werte zu schaffen vermag. Dem Jubilar mag dies ein Beweis dafür sein, daß seine Forderungen, die er in seiner berühmten Rektoratsrede „Termitenwahn" im Jahre 1934 erhob, am besten Wege der Erfüllung sind. Nämlich daß unsere Wissenschaft eines der wertvollsten Besitzgüter des deutschen Volkes darstellt und daß es unser aller Pflicht ist, diesen Schatz peinlich zu hüten, nach Kräften zu mehren und schöpferisch zu gestalten.

Es mag Karl Escherich eine große Befriedigung bieten, daß es seiner überragenden, von hohem Künstlertum und höchster Schöpferkraft durchdrungenen Persönlichkeit gelang, der deutschen angewandten Entomologie die Seele zu geben, die jede Wissenschaft von Rang innehaben muß; ihr so die Wege zu weisen und damit gleichzeitig auch übervölkisch zu wirken Die Mitarbeit vieler ausländischer Wissenschafter an diesem Karl Escherich gewidmeten Hefte, eben zur Zeit des größten Ringens Europas um die Sicherstellung seiner Kultur, ist ein Beweis für die übervölkische Geltung und das übervölkische Wirken des Jubilars.

Möge es ihm gegönnt sein, noch ungezählte Jahre in voller Frische und Kraft die deutsche angewandte Entomologie zu führen. Möge es ihm gegönnt sein, die Erfüllung seines Wunsches in voller Blüte zu sehen, nämlich die Verbindung deutscher Wissenschaft mit deutscher Kunst und deutscher Politik, „zu einer Einheit, einem Zusammenwirken" zur großen, geschlossenen, geistigen Zentralgewalt, die unbesiegbar alles überstrahlt, so wie die biologischen Wissenschaften heute schon lebensgestaltend wirken. Dies ist der Inhalt all der herzlichen Wünsche seiner Freunde und Schüler.

Erwin Schimitschek

Zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. Karl Escherich

Am 18. September feiert Geh. Regierungsrat Prof. Dr. K. Escherich seinen 70. Geburtstag. Es ist sein Los, diesen Tag mitten im großen Kriege erleben zu müssen, wie auch seine Geburt in eine Kriegszeit gefallen ist. Und wenn wir dieses Bild weiter verfolgen: auch Escherichs ganzes Leben stand im Zeichen des Kampfes und des Sieges. Nur dem Mutigen gehört die Welt, Karl Escherich kann es heute, in seinem 70. Lebensjahr erweisen, daß sein Leben, unter diesem Motto gelebt, die beste Versinnbildlichung dieses Spruches darstellt.

Karl Escherich ist 1871 in Schwandorf in der Oberpfalz als Sohn des Besitzers der dortigen bekannten Tonwarenfabrik Hermann Escherich und seiner Gattin, einer geborenen Freiin von Stengel, geboren. In dem großen grauen Hause, überschattet von mächtigen Bäumen eines Parkes, verlebte Karl Escherich im Kreise seiner Geschwister eine behütete, sonnige Jugend. Seine erste Erziehung lag in den Händen eines Hauslehrers, dann bezog er von 1880—1888 das Gymnasium in Regensburg. Wie oft erzählte Escherich von dieser Zeit, in der schon der Grund gelegt wurde zu seinem späteren Wirken; denn schon während seiner Gymnasialzeit oblag Escherich mit der ganzen Begeisterung, deren seine Person fähig ist, entomologischem Sammeln. Die Microlepidopterologen Otmar Hofmann und Anton Schmid haben ihn in die Entomologie eingeführt. Von ihnen angeregt, brachte Escherich eine ansehnliche Käfersammlung zusammen und schon mit 17 Jahren veröffentlichte er seine erste Arbeit „Über einige europäische Meloe-Arten", die 1888 in der Wiener Entomologischen Zeitung erschienen ist. Der nächste Jahrgang dieser Zeitschrift enthielt dann weitere 4 Arbeiten des jungen Entomologen, die wieder der Gattung Meloe gewidmet waren.

Nach der Absolvierung des humanistischen Gymnasiums, zu dessen Anhängern sich Escherich bis heute zählen läßt, oblag er dem Studium der Medizin an den Universitäten München und Würzburg. Aber schon in Würzburg schlug ihn die Zoologie in ihren Bann: Bei Semper und Boveri begann er sich dem Studium der Zoologie zu widmen. 1893 legte er in Würzburg das medizinische Staatsexamen ab und wurde dann Einjährig-Freiwilliger im 1. schweren Reiterregiment in München.

Der junge Dr. med. begann nach Ableistung seiner Militärzeit mit allem Nachdruck sich dem Studium der Zoologie zu widmen, zuerst in München bei Hertwig, dann in Leipzig bei Leukart. 3 Jahre später war Karl Escherich in Leipzig auch zum Dr. phil. promoviert.

Ein Jahr später sehen wir ihn als Assistenten von Nüßlin im Zoologischen Institut der Technischen Hochschule in Karlsruhe, wo er sich 1898 habilitierte. In das letzte Jahrzehnt des vergangenen Jahrhunderts fallen die ersten großen Auslandsreisen des Jubilars, Reisen, die auch immer in der Hauptsache dem Sammeln dienten, die aber darüber nie den Blick vermissen lassen auf Land und Leute. 1892 bereiste Escherich Sizilien und die Insel Linosa, 1893 Tunis und die Insel Dschebado, 1894 und 1896 Kleinasien, 1898 Algier. Von allen Reisen brachte er reiche und hochinteressante Sammelausbeute mit heim, was eine große Zahl systematischer Arbeiten erweisen. Aber schon damals begann er auch schon allgemeinen zoologisch-entomologischen Fragen sich zuzuneigen, wie der Gesetzmäßigkeit im Abändern der Zeichnung oder der biologischen Bedeutung der männlichen Genitalanhänge der Insekten. Beide Arbeiten sind 1892 erschienen. Das letzte Thema unterbaute Escherich 2 Jahre später mit seinen anatomischen Studien über das männliche Genitalsystem der Coleopteren. In diesem Jahrzehnt hat der Meister auch zum erstenmal schon eine angewandt-entomologische Frage bearbeitet, indem er 1897 seine „Bestimmungstabelle der deutschen forstschädlichen Borkenkäfer zum praktischen Gebrauch für Forstleute“ zusammen mit seinem kürzlich verstorbenen Bruder Georg Escherich, dem bekannten Forstmann, herausbrachte.

Über die Ameisengäste, denen eine ganze Reihe von Arbeiten Escherichs in dieser Frühzeit seiner wissenschaftlichen Tätigkeit gewidmet waren, kam der Jubilar dann zum Studium der sozialen Insekten überhaupt.

Inzwischen hatte Karl Escherich noch kurze Jahre von 1899 bis 1900 bei Bütschli in Heidelberg seine zoologischen Studien fortgesetzt. Zwei Arbeiten geben Zeugnis von der Ernte dieser Jahre, die Arbeiten über die Bildung der Keimblätter und des Nervenstranges bei den Musciden und die Arbeit über das regelmäßige Vorkommen von Hefepilzen im Darmepithel von Anobien, die — das darf man wohl behaupten — die Grundlage schuf für die heute schon viel beackerte Kenntnis des Symbioseproblems. Nach einer kurzen Privatdozentenzeit in Rostock (1900) machte sich Escherich in Straßburg seßhaft, wo er von 1901—1907 als Privatdozent wirkte. In dem Jahrzehnt von 1897—1907, also von Beginn seiner Karlsruher Tätigkeit an bis zum Ende seiner Straßburger Jahre, war Escherichs ganze Liebe und Begeisterung dem Studium der sozialen Insekten gewidmet. Dieses „Ameisen-Jahrzehnt“ in Escherichs Leben war überaus fruchtbar und stellte ihn in die vorderste Reihe der Ameisenforschung. Welcher Zoologe hätte sein Buch „Die Ameise, Schilderung ihrer Lebensweise“, das 1906 erschien und

1917 neu aufgelegt werden mußte, nicht durchgearbeitet und nicht großen Gewinn daraus gezogen?

In die Straßburger Zeit fiel auch 1907 noch die Schaffung einer wichtigen systematischen Arbeit des Gelehrten: seine Monographie „Das System der Lepismatiden", mit welcher Arbeit Escherich wieder bewiesen hat, daß er nie einseitig nur einem Fragenkomplex zugetan sein konnte, sondern immer, allem aufgeschlossen, mit Tatkraft anging, was ihn wissenschaftlich interessierte und fesselte.

Während seiner Straßburger Tätigkeit schloß Escherich auch den Bund der Ehe mit der Schwester eines Freundes, des Münchener Kunstmalers Heinrich Vinnen, mit Emilie Vinnen, der Tochter eines Bremer Reeders.

Hatte Escherich 1897 mit seiner „Bestimmungstabelle der deutschen forstschädlichen Borkenkäfer" schon den Boden der angewandten entomologischen Forschung betreten und auch seine Tätigkeit am Nüßlinschen Institut in Karlsruhe ihn der angewandten Forschung verhaftet, so schuf doch erst seine im Jahre 1907 erfolgte Berufung an die Forstakademie in Tharandt zwangsläufig die Plattform zur Hauptbetätigung auf diesem Gebiet.

Jeder Escherich-Schüler, der ihm nahe steht, weiß, daß es ein schwerer Entschluß für ihn gewesen ist, sich aus den sonnigen Gefilden seiner entomologischen Forschertätigkeit, seiner Sammelreisen und Bestimmungsfreuden hineinzuschwingen mitten in den Kampf gegen die Schädlingswelt, damals noch ein weithin unterschätztes und vernachlässigtes Gebiet der wissenschaftlichen Forschung und doch ein Fragenkomplex von größter wirtschaftlicher Bedeutung.

Gleich in seiner Antrittsrede in Tharandt bekannte er sich zu dem Grundsatz: Forstentomologie ist Waldhygiene und muß nach den Grundsätzen der menschlichen Hygiene betrieben werden — mit dem Endziel der Vorbeugung organischer Katastrophen durch immer weitergehende Ausschaltung von deren Ursachen. Er sieht im Wald eine Lebensgemeinschaft kompliziertester Art, die erst gründlich erforscht werden müsse, wenn wir die Ursachen für die Gleichgewichtsstörungen in dieser Lebensgemeinschaft verstehen wollen. Diese seine Leitgedanken hat er uns Schülern immer wieder und wieder vorgehalten und sie auch bei jeder Gelegenheit in Vorträgen und Veröffentlichungen mit Nachdruck vertreten.

Escherich hat den Schritt zur praktischen Wissenschaft nicht leichten Herzens getan, aber er fühlte sich verpflichtet, der einmal erkannten Notwendigkeit zu dienen, und wir angewandten Entomologen können diese Stunde segnen, in der unser Meister sich entschloß, die große Begeisterungsfähigkeit seiner Persönlichkeit für dieses Teilgebiet der wissenschaftlichen Zoologie einzusetzen. Freilich vollzog sich dieser Übergang vom freien

Forscherleben zur gebundenen Marschroute, ausgegeben von den Erfordernissen der Wirtschaft, nicht von heute auf morgen. Noch einige Jahre sehen wir Escherich neben seinen Forschungen auf forstentomologischem Gebiet auch noch Arbeiten über soziale Insekten, über Ameisen und Termiten veröffentlichen. So erschien 1909 Escherichs Buch „Die Termiten oder weißen Ameisen". Lange halten ihn die Termiten noch im Bann, das erstemal ist er ihnen auf seiner Reise nach Abessinien (Erythraea) und Ägypten begegnet, noch eine 2. große Reise machte er speziell zu ihrem Studium, seine Reise nach Ceylon im Jahre 1910. Aus dieser Reise, die 2 Monate dauerte und trotz dieser Kürze eine Fülle von Tatsachenmaterial förderte, mag man erkennen, wie intensiv Escherich ein Problem anging, das ihn einmal reizte. Sein Buch „Termitenleben auf Ceylon" enthüllt seine erstaunliche Beobachtungsgabe und machte gleich seinen beiden früheren Büchern über soziale Insekten Aufsehen in aller Welt.

7 Jahre wirkte Escherich in Tharandt von 1907—1914. In diese Zeit fiel eines der wichtigsten Ereignisse seines Lebens: der bekannte amerikanische Entomologe L. O. Howard hatte ihn in Tharandt besucht und ihn, sofort in menschlichen Kontakt mit ihm getreten, eingeladen, ihn doch in Amerika zu besuchen. Carnegie finanzierte diese Reise, die Escherich in mehrmonatigem Aufenthalt 1912 kreuz und quer durch Nordamerika mit diesem damals noch einzigen „klassischen Lande der angewandten Entomologie" bekannt gemacht hat. Von seinen Eindrücken auf tiefste betroffen, mit einer Fülle von Plänen für sein Vaterland kam der Forscher zurück. Sein Buch „Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten", das 1913 erschien und in Deutschland aufrüttelnd wirkte, könnte man als Leitfaden unserer Wissenschaft bezeichnen.

Das Erscheinen dieses Buches im Verein mit der dadurch eingeleiteten Begründung der „Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie" in Würzburg, die mit der „Zeitschrift für angewandte Entomologie" ein repräsentatives Organ erhielt, können wir füglich die Geburtsstunde der deutschen angewandt-entomologischen Bewegung nennen. Von hier gingen die Bestrebungen aus, die heute, nach knapp 30 Jahren, Deutschland zu dem Lande gemacht haben, das in vieler Beziehung dem ehemals führenden Amerika überlegen geworden ist. Kein deutscher angewandter Entomologe wird Escherich das Verdienst bestreiten können, das ihm gebührt: Anstoß und Kraft gegeben zu haben zu diesem Aufstieg.

1914 hatte Escherich eine Berufung als Nachfolger Nüßlins nach Karlsruhe erhalten, doch seines Bleibens in Karlsruhe konnte nicht lange sein, der Lehrstuhl für angewandte Zoologie an der Universität München war frei geworden, Escherich hatte die Berufung erhalten und noch im Herbst 1914 siedelt er nach München über.

Was soll man am meisten hervorheben an diesen 2 Jahrzehnten, die Escherich als Leiter des Institutes für angewandte Zoologie an der Münchener Forstlichen Versuchsanstalt verbracht hat, welche der Arbeiten, die in dem idyllisch ruhig in einem Garten hinter der Universität gelegenen Institut geleistet worden sind, soll man besonders nennen?

Daß er dieses Institut zum Mittelpunkt der Forstentomologie in Europa gestaltet hat, ist, wenn man Escherichs Tatkraft und seinen Spürsinn für immer gerade das, was die Wirtschaft am meisten bedrückte, kennt, nicht weiter verwunderlich. Aber dieser Instinkt für die loci minoris resistentiae, der ihn beschwingte, immer gerade da den Hebel anzusetzen, wo die Belange der Volkswirtschaft dieses am allerdringlichsten bedurften, dieser Instinkt bewährte sich nicht nur auf rein forstentomologischem Gebiet. Gibt es eine einschneidende Frage der angewandten Entomologie, die uns in diesen letzten 20 Jahren bewegte, in der Escherich nicht, wenn auch vielleicht nicht einmal selbst tätig, doch mindestens anregend und beratend am Platze gestanden hat? Und gibt es nicht unendlich wichtige grundlegende Taten fortschrittlicher Bekämpfung gerade genug, in denen er richtungsweisend vorangegangen ist?

In den unvergeßlichen Jahren meiner engsten Zusammenarbeit mit Escherich, in denen ich als sein Assistent immer wieder mitgerissen wurde von seinem Elan, habe ich das oft und oft erlebt, wie er einen Gedanken aufgriff und verfolgte. Ich denke vor allem an die Vorarbeiten für die Einführung der Blausäuredurchgasung in Deutschland. Was hatten wir damals für Widerstände zu überwinden, welche Bedenken und Ängste mußten weggeräumt werden, bis es endlich im unterfränkischen Heidingsfeld gelang, eine Mühle zu finden, deren Besitzer sie frei gab, für diesen ersten deutschen Versuch. Und heute: Heute sind reichlich 25 Mill. cbm. Mühlenraum durchgast, von dem Schiffs- und Magazinraum gar nicht zu reden. Escherich hat der Blausäuredurchgasung in Deutschland die Wege geebnet.

Und wie war es mit der Flugzeugbestäubung gegen Forstschädlinge? Unermüdlich ist Escherich für die Einführung und dann für die Vervollkommnung dieser Methode eingetreten. Heute sind Hunderttausende von Hektar deutschen Waldes auf diese Weise unserer Forstwirtschaft erhalten geblieben.

Bei den Bestrebungen, die Forstschädlingsbekämpfung von den Giftmitteln freizumachen, hat Escherich maßgeblich mitgewirkt und die Anregung zu manchen Wegen, die hier neuerdings beschritten werden und noch zu beschreiten versucht werden, geht auf ihn zurück.

Eng mit dieser Frage der Forstschädlingsbekämpfung hing Escherichs Mahnung, die er seit Jahren erhob, zusammen „Los vom Arsen!“ Heute hat diese Frage ja viel weitere Kreise gezogen, als man damals glauben mochte, immerhin, auch hier hat Escherichs feines Gefühl für das notwendig zu Erreichende sich wieder bewährt. Damit hat er nicht nur für

die Wissenschaft, sondern auch für die Wirtschaft seine Führereigenschaft bewiesen.

In den letzten 10 Jahren hat Escherich am Münchener Institut vor allem auch die Arbeiten gefördert, die der Erforschung der Prognose über den Verlauf der Kalamitäten gedient hat. Auf diesem Gebiete stehen wir heute schon so weit, daß wir nicht mehr völlig im Dunkeln tappen müssen, sondern schon einen hohen Grad von Sicherheit erreicht haben. Im letzten Jahrzehnt hat er sich auch mit der Frage der Bekämpfung des Hausbockes befaßt, wobei er aktiv und teilweise entscheidend in den Kampf der Meinungen eingegriffen und manche Übertreibung auf das richtige Maß zurückgeführt hat.

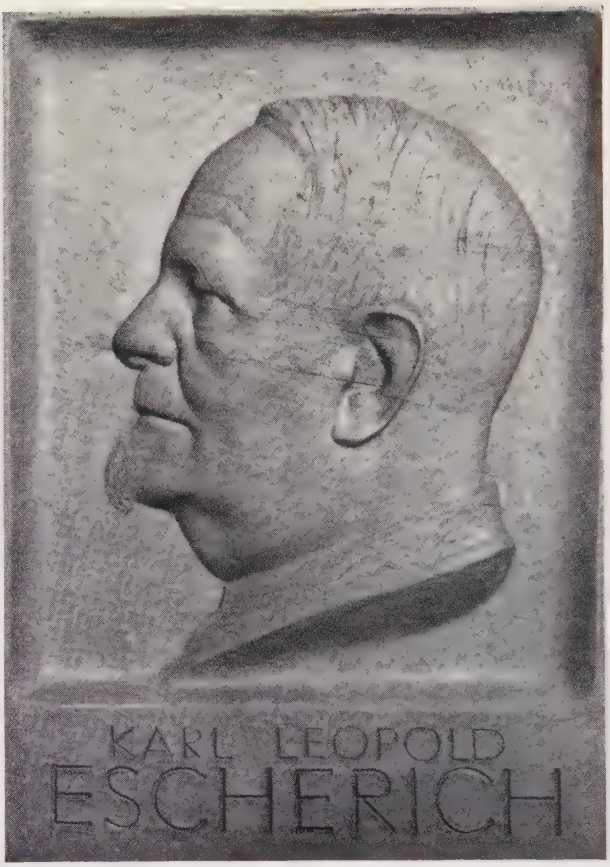
Noch für eine Tat müssen wir Meister Escherich in dieser Stunde danken: Für seine „Forstinsekten Mitteleuropas". Als der erste Band dieses 5bändigen Werkes 1914 erschien, nannte die Kritik dieses Buch einmütig die beste Einführung in die Insektenkunde, die wir besaßen. Escherichs beneidenswerte Gabe, die ihn davor bewahrt, sich auch bei eingehender Darstellung einer Frage in Kleinlichkeiten zu verlieren, Escherichs klare Sprache und seine Fähigkeit zu fesseln und mitzureißen, haben diese Bücher herausgehoben über die meisten zusammenfassenden Darstellungen eines großen wissenschaftlichen Gebietes. In den Bänden des Escherichschen Werkes finden wir kein Kapitel, in dem der Meister nicht mit seinem lebendigen Geist die Materie belebt und veranschaulicht hat.

So hat Escherich die angewandte Entomologie durch seine Lehre, seine Forscherarbeit und seine Werke aus der Unbekanntheit früherer Jahre zu einer den anderen Naturwissenschaften gleichwertigen Wissenschaft erhoben. Er kann mit Stolz und Genugtuung heute auf diesen Gipfel seines Lebenswerkes zurückblicken.

In ereignisreicher Zeit hat Escherich der Münchener Universität als Rektor magnificus gedient. Von 1933—1935 hat er dieses Amt verwaltet und er tat dies mit derselben Gründlichkeit und Pflichttreue, die wir auch an seiner wissenschaftlichen Tätigkeit an ihm kennen. Seine beiden Rektoratsreden „Termitenwahn" und „Biologisches Gleichgewicht" haben weiteste Verbreitung gefunden, weit über die akademischen Kreise hinaus.

Im letzten Jahre befaßte sich Escherich mit der Abfassung einer Rückschau über sein Erleben als Mensch und Forscher, ein Buch, das der gesamten geistigen Welt sicherlich sehr viel geben wird.

Wir würden aber Escherich nicht gerecht, wenn wir nur von dem Gelehrten Escherich sprechen würden. Escherich hat sich von jeher davor zu bewahren gewußt, einseitig nur als Wissenschaftler durchs Leben zu gehen, er ist — und ich glaube, daß dies nicht zum mindesten auch den Grund legte zu den großen Erfolgen seines Lebens — immer auch ein vollblütiger Mensch gewesen, der nie einseitig sich betätigte,



sondern allem Schönen zugetan gewesen ist. Mit derselben Eindringlichkeit, mit der er sich seinen wissenschaftlichen Problemen, seiner Sammeltätigkeit hingab, mit derselben Begeisterung konnte er sich für Kunst und Literatur erwärmen, mit derselben Freude sitzt er noch heute am Steuer seines Wagens, mit derselben Aufgeschlossenheit ist er ein geselliger Mensch, der aus dem reichen Born seiner Reise- und wissenschaftlichen Erlebnisse zu erzählen versteht, mit derselben Freude also ist er auch den Genüssen dieser Welt geneigt. Das ist ja auch von jeher die Quelle seiner Kraft gewesen, einer Kraft, die ihn besonders auch das Herz der Jugend, der er Lehrer war, im Sturm gewinnen ließ. Escherich hat sich ein jugendliches Herz bewahrt, er fühlt mit und für die Jugend und es ist ihm nichts mehr verhaßt, als bürokratische Vertrocknetheit und aufgeblasene Hohlheit.

Den großen Gelehrten, den Meister unserer Wissenschaft, den großen Menschen — so lieben wir Schüler und Freunde unseren K. Escherich und so werden wir sein Bild immer in unserem Herzen bewahren.

Wo viel Licht ist, muß freilich auch mancher Schatten sein. Escherich ist kein bequemer Mensch, seine leichte Explosibilität, seine unbedingte Abneigung zu Kompromissen, diese Eigenschaften muß Freund und Gegner in Rechnung setzen. Ebenso wie Escherich treu ist als Freund, ist er beachtlich als Gegner, aber — und das ist wieder ein schöner Zug seines hohen Menschentums — auch als Gegner ist er gerecht und trägt Meinungsverschiedenheiten nicht nach, wenn sie durchgekämpft sind. Über jede Leistung auch persönlicher Gegner wird Escherich sich

freuen und diese Leistung rückhaltlos anerkennen. Kleinlichkeit ist ihm ein fremder Begriff.

Ein Relief von K. Escherich, von der Meisterhand der Münchener Bildhauerin M. L. Burhe-Wilckens geschaffen, wird die Erinnerung an seinen 70. Geburtstag im Hörsaal seines ehemaligen Instituts — von der Dankbarkeit seiner Freunde und Schüler gestiftet — für alle Zeiten festhalten. Die Vorarbeiten dafür hat der Unterzeichnete geleistet, da Escherichs Nachfolger auf dem Münchener Lehrstuhl Prof. Dr. W. Zwölfer im Felde steht und so die Aufgabe nicht selbst übernehmen konnte.

Der 70. Geburstag ist für Escherich, wie wir ihn kennen, kein Tor zur Ruhe. Unsere Wissenschaft hofft noch vielerlei Anregung und Befruchtung von seinem Rat.

H. W. Frickhinger-Planegg

Immunität und Gallenproblem

Von

Dr. Fritz Zweigelt, Klosterneuburg

Das schwierige Kapitel des Parasitismus in Verbindung mit pathologischen Reaktionen der befallenen Wirtspflanze, deren sich nachträglich der Parasit bedient, habe ich in meinem Gallenbuch (F. Zweigelt, Blattlausgallen, histogenetische und biologische Studien an Tetraneura- und Schizoneuragallen, die Blattlausgallen im Dienste prinzipieller Gallenforschung (Verlag Paul Parey, 1931) erschöpfend darzulegen versucht. Mir ist es vor allem darauf angekommen, das Problem jeder teleologischen Spekulation zu entkleiden und das Kampfproblem, als welches sich primär jede Gallenreaktion erweist, herauszustellen. Die reiche Literatur bis zum Zeitpunkte des Erscheinens des Buches habe ich dort zusammengetragen. Dabei ist mir wichtig gewesen, die Frage der aus dem Kampfe sich ergebenden gegenseitigen Anpassung herauszustellen und die beiden Konsequenzen: die Immunität und die Spezialisation ins rechte Licht zu rücken. Meine Gedanken hatten bei sehr vielen Kollegen erfreuliche Zustimmung gefunden, war doch damit vor allem das Scheinproblem einer Zweckmäßigkeit für den Parasiten erledigt worden.

Vor einer Reihe von Jahren hatte sich C. Börner in den von ihm behandelten Kapiteln im Buche von Seeliger (Der moderne Weinbau, Paul Parey, Berlin 1933) auch mit den von mir damals entwickelten Gedankengängen befaßt und dabei einen von dem meinen wesentlich abweichenden Standpunkt vertreten. Da andere Veröffentlichungen, wie jene von Breider ebenfalls von Voraussetzungen ausgehen, die nicht unwidersprochen bleiben können, erscheint es notwendig, grundlegend wieder zur Frage der Gallenbildung und Immunität Stellung zu nehmen und zu versuchen, Arbeiten der Wissenschaft, die im Dienste der Praxis notwendig sind, vor Irrwegen zu bewahren.

Nach Börner überschätze ich beim Gallenprozeß die Primärleistung der Pflanze. Er hält als Grundlage zur Gallenbildung am Walten besonderer cecidogener Stoffe fest, die ich seinerzeit abgelehnt hatte. Ich halte es nun für gefährlich, zwischen den gallenbildenden und freilebenden Blattläusen eine scharfe Grenze zu ziehen. Die Gallenbildung ist phylogenetisch wesentlich jünger als das Frei-

leben und nur aus einem allmählichen Übergang aus dem letzteren zu erklären. Wenn wir den Begriff „cecidogen" schärfer fassen, so muß das wohl ein Stoff sein oder ein Reiz, der Art und Wesen der erzeugten Galle beherrscht. Gerade bei den Ulmenblattlausgallen habe ich auf Grund sehr eingehender histogenetischer und vergleichend-anatomischer Untersuchungen feststellen können, daß die Pflanze selbst auf die Art der erzeugten Galle einen ganz bedeutenden Einfluß ausübt. Dieselbe Laus macht auf verschiedenen, aber voll besiedelungsfähigen Rassen der Wirtspflanze Gallen mit starken Differenzen, die nur auf das Konto der Pflanze selbst gesetzt werden können. Wenn nun auch die Parasitengattung und -art die Tatsache und den Charakter der Galle beherrscht (Beutelgalle, Rollgalle usw.) also das äußere Bild, so gehen doch alle die vielen anatomischen Differenzen auf das Konto des Wirtes. Aus dem ständigen Wechselspiel zwischen Aktion und Reaktion, Anpassung und Gegenanpassung tritt mit dem Einsetzen pathologischen Wachstums und der Schaffung eines fremden, vor allem biochemisch neuen Gewebes eine einseitige Bindung des Parasiten an dieses ein, der schließlich in gewissen Phasen der Entwicklung überhaupt nicht mehr aus normalem Gewebe zu saugen vermag und damit zum Sklaven der Galle wird. Je nach dem Grade der Anpassung an das Gallengewebe geht der Parasit bei Fehlen solcher Reaktionen seitens der Pflanze entweder zugrunde oder er ist gezwungen, abzuwandern.

Wir müssen unverrückbar daran festhalten, daß alle Reaktionen der Wirtspflanze, ob nun eine Galle entsteht oder nicht, nur selbstdienlich sind und sein können. Ich habe das seinerzeit nachweisen können in gewissen Wanderungen der Zellkerne, in Abkapselungsversuchen der Stichkanäle, ähnlich, wie das gelegentlich bei Pilzhaustorien vorkommt u. a. m. Wo die Phase liegt, die uns im Reaktionsbild bereits ein fremdartiges Wachstum zeigt, ein Abweichen aus der normalen Morphologie und Anatomie, wird im einzelnen nicht immer leicht zu sagen sein. Ich habe in meiner Definition des Gallenbegriffes alles weggelassen, was irgendwie als Förderung des Parasiten gelten könnte und mich nur auf die Feststellung pathologischer Veränderungen als Folge des Saugens bei Blattläusen beschränkt. Daß der Speichel ein sehr kompliziert gebauter Körper ist, steht außer Zweifel. Daß ihm eine ganze Reihe von Eigenschaften innewohnt, die ich und andere Forscher damals festgehalten hatten, daß das Spiel dieser Eigenschaften schließlich zu pathologischem Wachstum führen kann, je nach dem Zusammenspiel zwischen dem Speichel und dem Pflanzenplasma, ist völlig klar. Eine scharfe Grenze zwischen galligen und nicht galligen ist weder in der Vergangenheit noch in der Gegenwart zu ziehen.

Was in der Reblausgallenforschung bisher völlig gefehlt hat, ist eine ähnlich gründliche ontogenetische und vergleichend anatomische Untersuchung der Reblausgallen und vor

allem der Reblausblattgallen, wie ich sie seinerzeit bei den Ulmenblattlausgallen durchgeführt habe. Es lassen sich aus solchen Studien außerordentlich wichtige Details lesen, die sonst verborgen bleiben.

Es ist immer wieder und vor allem von der älteren Forschergeneration der angewandten Entomologen darauf hingewiesen worden, daß zur Lösung von Fragen aus den Grenzgebieten zwischen Zoologie und Botanik allzuviel Botaniker eingesetzt und die Zoologen zu kurz gekommen seien. Damals hatte diese Kritik ihre Berechtigung. Heute könnte man den umgekehrten Vorwurf erheben: Vielfach greifen die Zoologen Probleme der reinen Botanik auf, suchen mit unzulänglichen Mitteln botanische Fragen zu lösen und tragen damit zu einer Klärung nicht bei. Das gilt im Falle der Reblausforschung besonders für die sogenannten Stiche oder Fensterchen, die immer dann entstehen, wenn die betreffende Rebensorte keine Gallen bildet, weil nicht bilden kann. Hier genügen Lupenbetrachtungen keineswegs, aber auch eine mikroskopische Zeichnung irgend eines Entwicklungsstadiums reicht nicht hin, es sind vielmehr gerade da vom ersten bis zum letzten Stadium der Entwicklung laufend und in langen Serien alle Phasen festzuhalten und zu diskutieren.

Und da steht nun die Frage: Liegt in solchen unvollkommenen und unbrauchbaren Gallen oder Gallenanfängen wirklich ein erfolgreicher Kampf der Wirtspflanze gegen den Parasiten vor? Im Sinne Börners ja, denn Börner nimmt in Konsequenz seiner Auffassung vom Vorhandensein eines cecidogenen Stoffes bei der Reblaus an, daß bei resistenten und immunen Reben wahrscheinlich unter Mitwirkung von anticecidogenen Stoffen, welche die Rebe bei Vorhandensein bestimmter dominanter Erbanlagen in den betreffenden Zellen zu erzeugen vermag, die gereizten Zellen mehr oder weniger frühzeitig absterben. Er muß hinzufügen, daß über diese Stoffe nichts bekannt ist, daß sie wahrscheinlich erst bei Auftreten des galligenen Reizstoffes aktiviert werden und in ihrer Wirkung über das Reizfeld des Speichels nicht hinausreichen. Börner ist in Konsequenz seiner Auffassung gezwungen, für jede Reblausbiotype einen anderen „Antikörper" anzunehmen.

Lassen wir aber der Pflanze die primäre Bedeutung bei der Gallenbildung ohne die Hypothese eines offensiven cecidogenen Reizstoffes, lassen wir die Galle gelten als ein vorläufiges Resultat eines biologischen Entwicklungsprozesses aus einem von der Pflanze primär eingeleiteten Kampfverhältnisse im Sinne eines Selbstschutzes, dann brauchen wir keine anticecidogenen Stoffe anzunehmen, und alle Hypothesen, die sich daran knüpfen, dann brauchen wir aber auch nicht erstaunt zu sein, daß solche, nach meiner Auffassung gar nicht vorhandenen, anticecidogenen Stoffe für die Läuse nicht giftig sind, welche befähigt bleiben, bei der Übertragung auf anfällige und normal gallenbildende Reben

weiterzuleben, Gallen zu bilden und sich fortzupflanzen. Ich habe seinerzeit schon darauf hingewiesen, daß auch hier gewisse Abstufungen bei den einzelnen Pflanzenläusen existieren, denn die jungen Fundatrices von *Tetraneura* und *Schizoneura* können nur eine gewisse kurze Zeit aus einem jungen und unveränderten Blattgewebe saugen und verlieren diese spezifische Fähigkeit viel früher als beispielsweise die Reblaus.

Die Beziehungen, die Börner zwischen diesem Stoffe und organischen Säuren wie gewissen anatomischen Strukturen der Pflanze annehmen will, sind nach meiner Auffassung Beziehungen der Pflanze zu den Läusen selbst, die eben in ihrem Nährsubstrat gewisse Stoffe brauchen, anderen Stoffen oder Strukturen aber ausweichen. Denn es sind nicht nur die cecidogenen Läuse von solchen Stoffen in irgend einem positiven oder negativen Sinne abhängig, sondern alle anderen Läuse ebenso. Es ist ferner wohl nichts anderes als der Ausdruck einer gesteigerten Lebenskraft, wenn andere, normal gallenbildende Reben, ohne die Reblaus zu behindern, weniger leiden als etwa die *vinifera*. Es ist das jedenfalls kein Beweis dafür, daß solche Reben keine hypothetischen Antikörper bilden, die ja nach Börner selbst auf die Gallenzone beschränkt bleiben und damit auch nichts zu tun haben mit wirklichen Antikörpern, deren Vorhandensein nach einer Infektion eine Zeitlang im gesunden oder gesund gewordenen Pflanzenkörper, also auch außerhalb der vergallten und damit an sich schon einem früheren Tode preisgegebenen Zone gegeben sein müßte. Das Ergebnis müßte dann eine nachträgliche aktive Immunisierung sein, wie das seinerzeit für Mistelbefall Heinricher wahrscheinlich gemacht hat. In jüngster Zeit hat zur Frage des Eichenmehltaues Giuseppe Orsenico (Osservazioni sull'immunità della quercia all'oidio, Riv. d. Path. veg. Fasc. 7—8, XXIX, 1939 [XVII]) Stellung genommen und hier eine aktive Immunisierung wahrscheinlich gemacht. Er nimmt an, daß Pflanzen, die bereits eine starke Infektion mitgemacht haben, eine graduelle, spontane Widerstandsfähigkeit erlangen. Er untersuchte die Keimfähigkeit der Konidien in verschiedenen Preßsäften. Befallene Blätter sind gesammelt, vom Mehltau gründlich gereinigt, in einem Mörser mit Quarzsand fein zerrieben und nach Zugabe von destilliertem Wasser filtriert worden; ein Teil des Saftes blieb unverändert (aktiv), der andere wurde eine halbe Stunde lang gekocht. Im hängenden Tropfen ist dann die Keimkraft geprüft worden. Im inaktiven Saft keimen die Konidien nach 48 Stunden zu 50 %, im aktiven zu bloß 10—20 %. Das Myzel wächst im inaktiven Saft viel rascher; aber auch gesunde Blätter verhielten sich im Preßsaft so, wie gekochte. Jedenfalls bildet sich in den Eichenblättern ein toxischer Stoff, der die Keimung der Konidien des parasitischen Pilzes verhindert oder vermindert, also eine „natürliche Immunität" auslöst. Diese Immunität (erworbene Immunität) scheint vergänglich und sich auf den Befall oder seine nächste Umgebung zu beschränken. Den Stoff selbst hat er nicht nachweisen können.

Die oben erwähnten nekrotischen Stiche beweisen zweierlei: 1. daß die Reblaus den phylogenetisch festgelegten Ablauf der Reaktionen zwischen Zelle und Speichel braucht, daß jenes primär feindlich gerichtet gewesene, dann aber durch die Gegenanpassung zur Notwendigkeit gewordene pathologische Wachstum schließlich in der Entwicklungsgeschichte der Reblaus, die aus normalem, d. h. beim Saugakt normal bleibendem Pflanzengewebe nicht mehr die für die Entwicklung heute notwendigen spezifischen Nährstoffe beziehen kann, in der Gegenwart die Grundlage für ihre normale Entwicklung darstellt und 2. daß die Pflanze unter dem Einfluß eines giftigen Speichels lokalen Gewebetod erleidet, weil das chemisch-physiologische Wechselspiel zwischen Pflanzenzelle und Speichel ausfällt und bei nicht voll reaktiven Sorten eben die einzig in der Galle mögliche Giftparalyse ausbleibt. Der Gewebetod ist nicht ein Zeichen einer besonderen Stärke der Pflanze im Sinne der Abwehr, im Sinne des Waltens eines anticecidogenen Stoffes, sondern vielmehr ein Zeichen einer besonderen Stärke des Parasiten, dessen Speichelsekret beim Ausbleiben einer in der Galle gegebenen paralysierenden Wirkung seitens der Pflanze eben als gesteigertes Gift wirkt, weil die Galle als Giftparalyse fehlt.

Im Ausschalten von Sorten, die, nicht voll reaktiv, keine Gallen zu bilden vermögen, liegt also kein Problem einer durch anticecidogene Stoffe eintretenden Immunisierung vor, sondern vielmehr eine Folge der Spezialisation des Parasiten auf nur voll reaktive Pflanzen. Gegenstoffe hätten nach dem Obengesagten nur dann einen Sinn, wenn nach Befall in dem gesund gebliebenen Gewebe eine Nichtmehranfälligkeit vorläge. Also: Dieselbe Rebensorte müßte zuerst voll besiedelfähig sein und dann unter sonst ganz gleichen Umständen denselben Parasiten wenigstens eine Zeitlang ablehnen.

Wenn Börner von den Saugflecken spricht, die alle Übergänge zeigen und dann besonders groß sind, wenn eine mehr weniger deutliche Schwellung vorausgegangen war, so beweist das lediglich, daß hier eben doch noch eine länger dauernde Besiedelung möglich geworden war und daß die Tiere, durch eine nicht vollwertige Ernährung schließlich geschwächt, bereits vor Ausbildung einer wirklichen Galle, zu welcher die Pflanze eben aus inneren Gründen nicht befähigt gewesen war, die Besiedlungsstelle verlassen hatten. Prinzipiell ist es aber ganz gleich, ob diese Stellen groß oder klein sind, die Unterschiede beweisen nur den Grad der Minderreaktivität der betreffenden Sorte. Bei der Ulme lagen mir keine Arten vor, die nicht besiedelfähig waren, innerhalb der Besiedlungsfähigkeit hatten sich aber sehr wertvolle Stufen feststellen lassen.

Hier aber kommt noch ein Problem entscheidend dazu, an dem die meisten Forscher vorbeigegangen sind. Ich habe seinerzeit in mehreren Arbeiten darauf hingewiesen, daß die Läuse, die nicht Gallen hervor-

rufen, d. h. in deren Biologie eine Gallenreaktion der Wirtspflanze nicht eingeschaltet ist, frei wandern und daß bei diesen im Gewebe lange Zeit noch nach der Besiedelung nachweisbare Stichkanäle (der Ausdruck „Stiche" sollte auf diese Kanäle beschränkt bleiben!) vorhanden sind. Die Pflanze reagiert offenbar auf diese noch sehr wenig, wenigstens im Sinne der Einleitung eines pathologischen Wachstums. Wenn wir uns aber der von mir seinerzeit beschriebenen Loniceragalle erinnern (F. Zweigelt, Blattlausgallen unter besonderer Berücksichtigung der Anatomie und Ätiologie, C. f. B. P. u. I., 47, 1917, Heft 16—26), die bereits als Galle angesprochen werden darf, so sind hier von den zahllos auf beiden Seiten der Rollen sitzenden Läusen Stichkanäle vorhanden. Die Reaktivität der Blätter ist hier noch bescheiden, es liegt lediglich eine Krümmung vor, ein Einklappen nach den Nerven mit doch schon pathologischem Gewebe. Es hat hier nicht eine Laus das Bild beherrscht, sondern deren viele. Zahllose bescheidene Einzelwirkungen erzielen eine immerhin schon feststellbare Gesamtwirkung, wenn auch unverrückbar der Satz besteht, daß die Qualität nicht durch die Quantität ersetzt werden kann. Es liegt hier also schon ein Übergang von cecidogenen zu nicht cecidogenen Fällen vor und mithin ein Beweis, daß es gar nicht möglich ist, die beiden Gruppen von Läusen scharf zu trennen, den einen cecidogene Reizstoffe zuzusprechen, den andern aber nicht.

Deutlich wird die Aufnahme des Kampfes seitens des Wirtes erst in dem Augenblicke, da als erstes Symptom der biochemischen Reaktivität der Stichkanal bald nach dem Einsetzen des Saugaktes verschwindet. Man könnte geradezu sagen, die Wirtszellen bauen im Sinne einer Art von Phagocytose unter zweifelloser Verwertung des Speichelsekretes ein neues spezifisches Gallenplasma, ein Mischplasma, vielleicht auch unter Einflußnahme auf den Zellkern. Eine solche anzunehmen liegt nahe, denn ich habe bei meinen Gallen nachweisen können, daß in diesen Gallenzellen längst verloren gegangene und in der Gattungs- oder Familienerinnerung haftende Fähigkeiten lebendig werden, daß atavistische Relikte auftauchen und Bilder lebendig werden, die bei den Vorfahren einmal vorhanden gewesen sein mögen (Stomata, Undulation, Trichome usw.).

Also nicht der Parasit als solcher beherrscht das Gallenbild, sondern die Pflanze selbst mit ihrem Genkomplex unter einem Auslösungsreiz, der vom Speichel ausgeht. Und wie sehr die Pflanze hier herrscht, das zeigen die vielen Details in den phylogenetischen Strukturen, wenn dieselbe Blattlausart auf verschiedene Formen derselben Wirtspflanzenart gesetzt wird. Der Speichel selber wird zweifellos resorbiert, irgendwie vom Plasma aufgenommen und dieses dadurch spezifisch verändert, er verschwindet sehr bald und das pathologische Wachstum folgt auf dem Fuße. Die Gallenform ist grob-

morphologisch vom Parasiten abhängig, die ganzen Details aber sind ureigenste Angelegenheit der Pflanze selbst. Und was hier entsteht, das muß der Parasit morphologisch, physiologisch und biochemisch zur Kenntnis nehmen, sich also anpassen. Eine Rückanpassung ist dabei nicht denkbar. Daß nur ein ständiges Wechselspiel, das ohne Unterbrechung läuft, zur normalen Galle führen kann, zeigt uns die Fülle von Phasen in der gegenseitigen Einwirkung. Die Spezialisation des Parasiten und seine Beschränkung auf die zugeordnete Galle sind das Ergebnis.

Die Immunität ist mithin in allen diesen Fällen kein Aktivum der Pflanze, sondern ein Passivum, eine Tatsache, die grob gesprochen, letzten Endes in der in der Gallenbildung ins Extrem gesteigerten Geschmacksspezialisation des Parasiten ihre tiefe Ursache hat.

Die Galle selbst ist das Aktivitätsproblem der Pflanze, nicht die Nichtgalle! Die Galle ist das Kampfproblem und wenn dieser Kampf, das ist eben die Gallenentwicklung, nicht normal verläuft, also keine Galle entsteht, oder nicht besiedelbar bleibt, dann erst kommt die Qualität des Speichels als Gift zum Ausdruck. Und der Parasit geht nicht fort, weil er von anticecidogenen Stoffen bedroht wird, von Immunstoffen, sondern weil ganz einfach die für seine Existenz in der Galle notwendige Konkordanz fehlt.

Die anticecidogenen Stoffe werden nicht durch die cecidogenen Stoffe mobilisiert, es liegt vielmehr das passive Gesamtbild der morphologischen, anatomischen und chemisch-physiologischen Struktur vor; dadurch werden bei dem einseitig laufenden Anpassungsprozeß und der Spezialisation der Parasiten, die nicht voll reaktiven Pflanzen ohne ihr Zutun aus der Beziehung herausgeführt.

Wir werden wohl nie im einzelnen die Stoffe oder Strukturen ermitteln können, welche über Befall oder Nichtbefall entscheiden, oder was dasselbe ist: über Gallenreaktivität oder deren Ausbleiben.

Genau so wie wir uns hüten müssen, die Pflanze bei der Bildung der Gallen zu **unter**schätzen, werden wir uns hüten müssen, die Pflanze in der Frage des Geheimnisses der Abwehr des Parasiten zu **über**schätzen! Freilich sind es gewisse Strukturen oder Stoffe, die immer auf das Gesamtbild Einfluß nehmen, aber mit deren Ermittlung das Problem in seiner letzten Ursache gar nicht gelöst wird. Es liegt wie im Zusammenspiel von Matritze und Patritze hier genau so die Ursache zugleich auch im Parasiten, in seinem Geschmack, in seiner Annahme oder Ablehnung. Hier ist es eben der Instinkt, der freibewegliche Tiere abfliegen oder abwandern läßt, wenn die Nahrung nicht taugt oder aber, wenn die Tiere nicht weg können, sie nur zaudernd saugen und sie schließlich zugrunde gehen läßt. Mit den Schutz- und Abwehrstoffen ist es schließlich das gleiche: Der Regenwurm ist

gegen den Menschen nicht geschützt und doch wird er von uns nicht gegessen, weil er eben unserem Geschmacke nicht entspricht. Es entzieht sich ja auch unserer Kenntnis, welche Momente den Instinkt eines Schmetterlingsweibchens lenken, das zur Eiablage die Futterpflanze seiner Raupen sucht und findet.

Die Frage nach den Ursachen dafür, daß z. B. die eine Rebsorte von der einen Biotype der Reblaus befallen, normale Gallen macht, daß die *vinifera* an den Blättern keine Gallen haben oder solche nur unter ganz besonderen Umständen erzeugen können, daß sich dieselbe Rebe derselben Reblaus gegenüber im Glashaus oder im Topf anders verhält als im Freiland, ist wiederholt angeschnitten und zu beantworten versucht worden.

In einer groß angelegten Studie beschäftigt sich B r e i d e r mit solchen morphologischen und anatomischen Merkmalen an Blättern (Morphologisch-anatomische Merkmale der Rebenblätter als Resistenzeigenschaften gegen die Reblaus *Phylloxera vastatrix* Planch., Der Züchter, 11. Jahrg., 1939, Heft 8). In der Einleitung nimmt B r e i d e r Bezug auf die Tatsache, daß physiologisch hochanfällige Sorten der *vinifera* im allgemeinen im Freiland von der gallicolen Form der Reblaus nicht besiedelt werden. Bringt man sie aber unter Gewächshausbedingungen, so daß sie unter dem Einfluß hoher Feuchtigkeit und einer Temperatur von 25—30 ° C stehen, und infiziert man sie einige Wochen nach dem ersten Austrieb, so werden diese Formen nunmehr hoch anfällig. Gleichwohl kann sich B r e i d e r nicht entschließen, in der Klimaverschiedenheit allein eine hinreichende Ursache für diese geänderten Bilder zu erkennen. „Wenn auch die klimatischen Verhältnisse eine weitgehende Herabsetzung der Vitalität und damit der Aggressivität des Schädlings zur Folge haben, so ist doch die absolute Widerstandsfähigkeit im Freiland der unter Gewächshausbedingungen hochanfälligen Sorten nicht schlechthin als eine durch klimatische Faktoren hervorgerufene P s e u d o r e s i s t e n z zu betrachten, da es bisweilen vorkommt, daß hochanfällige Rebenformen unter den hiesigen Freilandsbedingungen von der gallicolen Form der Reblaus erfolgreich besiedelt werden. Demnach müssen hochanfällige Rebsorten, die in der freien Natur von der Reblaus nicht befallen werden, über irgendwelche morphologischen und morphologisch-anatomischen Merkmale verfügen, die eine Besiedlung durch die Reblaus verhindern."

Auf dieser Überlegung baut B r e i d e r seinen Versuch auf, die Behaarung der Triebspitzen wie die Dicke der Außenwände der Epidermis zur Erklärung einzubauen. Bevor wir zu den Ergebnissen seiner Untersuchungen Stellung nehmen können, ist festzuhalten, daß die klimatischen Bedingungen keine Pseudoresistenz auslösen, sondern, daß, ganz allgemein gesprochen, eine unter diesen Bedingungen lebende Rebe eben nicht imstande ist, eine normale Gallenreaktion auszulösen. Im Sinne unserer Auffassung vom Kampfproblem in der Galle ist eine in hoher Feuchtigkeit und bei hoher Temperatur gezogene Rebe in ihrer Gesamt-

heit offenbar primär reaktiver und ermöglicht bzw. veranlaßt den Ablauf der zur Gallenbildung führenden Phase, ohne daß es möglich sein dürfte, im einzelnen zu sagen, welche biochemischen Prozesse nunmehr umgestimmt sind. Kennt man doch bis heute noch nicht die Ursachen, in deren Gefolge an der *vinifera* im Gegensatze zur Wurzelgallenbildung im allgemeinen keine Blattgallen entstehen. Es ist also irreführend, von Pseudoresistenz zu sprechen.

Eine Vollimmunität gibt es überhaupt nicht, wenigstens im Spiele zwischen Reblaus und Rebe. Jeder Befall, jeder normale Ablauf einer Gallenbildung steht u. a. auch unter dem Einfluß der klimatischen Bedingungen, bei deren Verschiebung Änderungen im Befallsbild, im Befallsgrad, im Resistenzgrad ebenso eintreten werden und können, wie unter dem Einfluß des Bodens, dessen Acidität beispielsweise bei Pilzbefall wie *Phoma betae* alle Stufen von Immunität bis zur Vollanfälligkeit bei derselben Sorte auslösen kann. In diesem Sinne ist jede Resistenz, da sie unter dem Einfluß von Außenbedingungen veränderungsfähig ist, als Pseudoresistenz zu werten; die Resistenz ist ja nichts Absolutes, kein Ding an sich, sondern immer das schwankende Bild, welches, wie Gäumann richtig gesagt hat, als Ganzes vererbt wird. Darin liegt ja auch das Geheimnis des verschiedenen Verhaltens desselben Parasiten demselben Wirte gegenüber bei geändertem Klima, wie es zugleich die Ursache für früher oder später einsetzende Rassenbildung darstellt.

Es scheint mir darum überflüssig, wenn Breider nunmehr daran gegangen ist, nach morphologischen oder morphologisch-anatomischen Merkmalen zu suchen, die ein solches schwankendes Verhalten erklären sollen.

Daß die Behaarung der Triebspitzen ein äußeres Hindernis sein kann, die Besiedlung der jüngsten Triebe erschwert wird und daß die Zwangslage des Parasiten auf ältere, nicht mehr voll reaktive Blätter überzugehen, einen gewissen „Erfolg“ für die Pflanze darstellt, sei ohne weiteres zugegeben. Es ist aber sehr gefährlich, darin ein Prinzip zu sehen, das nunmehr Befall oder Nichtbefall erklären könnte. Ich hatte mich seinerzeit in meinem Gallenbuch auch mit dieser Frage beschäftigt und gewarnt, solche konstitutionellen Merkmale zu überschätzen und darin etwa gar ein „Schutzmittel der Pflanze gegen Tierfraß“ im Sinne von Stahl zu erkennen.

Ich habe seinerzeit feststellen können (F. Zweigelt, Beiträge zur Kenntnis des Saugphänomens der Blattläuse und der Reaktionen der Pflanzenzellen, C. f. B. P. u. I., 42, 1914, Nr. 10—14), daß der konstitutionelle Gerbstoff ebenso kein Hindernis darstellt für die angepaßten Blattläuse wie die Öldrüsen bei *Artemisia absinthium*, die nicht nur keine Schutzmittel sind, sondern aktiv aufgesucht und ausgesaugt werden, oder die Dicke der Epidermisaußenwände, die bei *Evonymus* von *Aphis rumicis* glatt durchbohrt werden oder die mechanischen Scheiden bei *Capsella bursa pastoris*, die von den daran sitzen-

den schwarzen Blattläusen einfach umgangen worden sind. Die Haare aber, die Renner (Literatur siehe Zweigelt 1931) als Hindernis erklären wollte, haben sich für die an die betreffenden Pflanzen angepaßten Lausarten als kein Hindernis erwiesen und erweisen können: Sonst wäre ja die betreffende Pflanze nicht im Sinne einer auf lange Zeiträume zurückreichenden Anpassung von spezialisierten Läusen besiedelt worden. Renner hätte ja selbst zugeben müssen, daß es Pflanzen gibt, die trotz starker Behaarung von Blattläusen besiedelt werden. Ich selbst aber habe die dichte Behaarung von *Artemisia absinthium* niemals als Hindernis für *Siphonophora absinthium* erkennen können, im Gegenteil: Wie dem Menschen bei einer sympathischen Speise begann der Blattlausspeichel schon im Haarfilz, also der Nahrung entgegen, zu fließen.

Die Arbeit von Breider liegt wenigstens in der Behaarungsfrage zu sehr unter dem Gesichtswinkel teleologischer Betrachtungsweise. Von Immunität zu reden ist daher bei solchen Strukturen nicht möglich, auch wenn man sie als bloß mechanische bezeichnen wollte. Solche Bilder gehören ebenso wie der Nichtbefall bei Reben im Sandboden in das Kapitel der Pseudo-Immunität. Die Tatsache allein, daß die älteren Blätter, soweit sie überhaupt infolge des Alters noch reaktiv sein können, bei an den jüngsten Blättern dichte Behaarung aufweisenden Sorten, normale Gallen zu bilden vermochten, schließt jede Immunität aus. Daß nach Entfernen des Haarfilzes in einer Reihe von Fällen bloß Gallenanfänge entstanden waren, hätte Breider nachdenklich stimmen müssen.

Die anatomische Struktur des Blattes als Resistenzfaktor im Freiland ist aber wohl zur Gänze abzulehnen. Es fehlt gerade in diesem Kapitel seiner Arbeit die exakte botanische Untersuchung, vor allem aber die Berücksichtigung des Wesens des Saugprozesses bei Blattläusen. Wie die Blattläuse saugen, habe ich vor fast 30 Jahren eingehend klargelegt, und damit manche Irrtümer älterer Forscher, wie z. B. Büsgen, beseitigt. Ob das Blatt locker oder weniger locker ist, ob es dicker oder weniger dick ist, spielt bei einem an diese Pflanzenform angepaßten Parasiten wie der Reblaus überhaupt keine Rolle. Wenn die Reblaus ihrem normalen Substrat gegenüber so empfindlich wäre und abhängig von so kleinen und bedeutungslosen strukturellen Differenzen, dann wäre die Reblaus längst schon zum Absterben gekommen. Die Bilder, die Breider beibringt, sind keineswegs überzeugend, vor allem hätten sie auch durch genaue anatomische Zeichnungen ersetzt werden müssen. Die Außenwand ist überdies nicht mit der Cuticula identisch. Es handelt sich bei diesen Dickendifferenzen auch nicht um die Cuticula, sondern um die Cuticularschichten. Besonders nachdenklich aber hätte es Breider stimmen müssen, daß nicht alle Reben im gleichen Sinne die Differenzen zeigen, auf welche er seine Anschauung von der Bedeutung der Blattstruktur aufbaut. Während *Riparia* noch in seine Bilder hinein-

paßt, verhält sich *Rupestris* ganz anders: „Was aber auffallend im Vergleiche mit *Riparia* ist, ist die außerordentlich dicke Cuticula, die in dieser Eigenschaft der *vinifera*-Cuticula (soll heißen Epidermisaußenwand!) nicht nachsteht. Trotzdem aber bildet *Rupestris* du Lot Gallen. Die dicke Cuticula verursacht also in diesem Falle keine Resistenz." Und zur Erklärung vermutet Breider, daß die Dicke der Cuticula von keinem entsprechend kompakten Zellgewebe begleitet ist, daß ferner die Cuticula bei *Rupestris* vielleicht trotz ihrer Dicke an Festigkeit nicht der der *Vinifera* gleichkommt.

Der Fehlschluß liegt in dem Versuch, die Dicke der Epidermisaußenwand bei *vinifera* überhaupt in Zusammenhang zu bringen mit der Tatsache der Nichtgallenbildung im Freien. Die Dinge liegen in Wahrheit viel komplizierter und liegen ganz anders, und wenn einmal die Änderung in der Dicke der Epidermisaußenwand „zufällig", d. h. aus einem anderen Zusammenhang heraus zusammenfällt mit Befall oder Nichtbefall, dann sind das höchstens Korrelationen mit den wirklichen, analytisch vielleicht nie zugänglichen Ursachen.

Richtig aber ist, und darauf hätte sich Breider gleich einstellen müssen, daß es vor allem physiologische Charaktere sein müssen, die über das Ergebnis entscheiden. Und wiederum ist es ein Irrtum, wenn die immer wiederkehrende Infektion eine Steigerung der Fähigkeit zur Gallenbildung auslösen soll. Wenn Burgunder weiß × *Rupestris* du Lot nach der Winterruhe zur Gallenbildung zunächst wenig geeignet ist, daß zuerst nur Stiche entstehen, mithin deutliche Anzeichen einer physiologischen Resistenz da sind und erst nach und nach „offenbar durch die immer sich wiederholende Infektion" eine derartige Schwächung eintritt, daß allmählich eine Gallenbildung entsteht, so liegt in Wahrheit eine physiologische Umstimmung vor, die sich eben erst in einem gewissen Stadium der Entwicklung manifestiert. Eine Schwächung ist es unter keinen Umständen: Denn die Gallenbildung haben wir als ein Zeichen von Kraft, das ist von Reaktivität des Pflanzenplasmas zu erkennen und nicht als solches von Schwäche oder Schwächung.

Eine irrige Auffassung von der Stärke der Cuticula im Zusammenhang mit dem Eichenmehltau findet sich auch bei Orsenico (siehe oben).

Zur Erklärung der Ursachen von Anfälligkeit und Nichtanfälligkeit und letzten Endes damit von Fähigkeit zur Gallenbildung oder Unfähigkeit habe ich in meinem Gallenbuch vor voreiligen Schlüssen gewarnt. Auch der Säuregehalt ist nur mit Vorsicht zu verwerten und nie für sich allein zu betrachten, sondern nur als einer der Konstituenten des gesamten Biochemismus in der Wirtspflanze. Ebenso skeptisch stehe ich der anatomischen Struktur in den Wurzeln gegenüber. Diese Momente können in einem bereits gegebenen Befallsbild einen verschiedenen Grad von Lebenskraft, von Hinfälligkeit, aber nicht von Anfälligkeit bedeuten, von Fähigkeit, kranke

Zonen zu lokalisieren, Bakterienbefall z. B. einzuschränken, sie entscheiden aber nie über das primäre Befallsverhältnis, d. h. über die Fähigkeit zum Befall an und für sich. Sie sagen also nichts aus über den Grad der Immunität bzw. Resistenz. Entscheidend bleiben nach wie vor die 3 von Petri (siehe Zweigelt 1931) herausgestellten Punkte: 1. Grado di ricettività delle radici per l'insetto (sapore dei succhi), 2. Grado d'irritabilità dei tessuti radicali alla punctura filloserica (proprietà specifiche d'irritabilità e di reazione dei tessuti), 3. Grado di resistenza di questi tessuti ai germi del marciume.

Die Stellungnahme Börners zu diesen Fragen ist wiederum zu sehr diktiert von seiner Vorstellung der Bildung von Antikörpern, wenn nach Jancke (Phytopathol. Zeitschrift 2, S. 181—198) die *vastatrix* gegen hohe pH-Werte empfindlich zu sein scheint, woraus geschlossen werden könnte, daß die Aktivierung der gegen den *vastatrix*-Speichel wirksamen Antikörper die Gegenwart der höheren pH-Werte voraussetzt; bei den zur Abwehr des *vitifolii*-Speichels bestimmten Antikörpern bestehe jedoch eine solche Wechselwirkung wahrscheinlich nicht.

Die Erforschung der Bedingungen (im Sinne Verworns) für das Auftreten einer Beziehung bleibt trotzdem Hauptaufgabe der wissenschaftlichen Biologie. Und Buhr (Parasitenbefall und Pflanzenverwandtschaft, Bot. Jahrb. LXVIII, Heft 2/3, 1937) hat in seiner Erkenntnis voll recht, wenn er sagt, daß die Gründe, welche den Parasiten veranlassen, bestimmte Pflanzen zu befallen, nicht in der Pflanze allein gesucht werden können und dürfen, sondern vor allem auch im Parasiten. Immer aber wird es ein ganz großer Komplex von Bedingungen sein, die über Befall oder Nichtbefall und beim extremen Parasitismus in der Gallenbildung über Reaktionsfähigkeit oder -nichtfähigkeit entscheidet. Möglichst viele dieser Bedingungen zu ermitteln, muß unsere Aufgabe bleiben, wenn wir auch damit uns nur langsam und schrittweise und in vielen Fällen vielleicht nie bis zur letzten Klarheit den „Ursachen" nähern.

Mit noch einem wesentlichen Einwand müssen wir uns aber hier beschäftigen: Es war oben von Schwächung der Rebe die Rede, als deren Folge Gallenbildung entstanden wäre. Ein solcher Standpunkt hat zunächst viel Bestechendes für sich: Die Domestikation, bei den Pflanzen die Kultur, erscheint uns ja im landläufigen Sinne mit einer Schwächung im Sinne von gesteigerter Befallsmöglichkeit verknüpft. Vor etwa 30 Jahren war die amerikanische Hybride Jacquez in unseren Weingärten immer zuletzt von *Peronospora* befallen, die Befallsfähigkeit hat sich aber so gesteigert, daß sie schließlich zum Indikator für Peronosporabefall des betreffenden Jahres geworden ist. Die Kultur geht mit einer „Schwächung", also mit einer gesteigerten Anfälligkeit in vielen Fällen einher: Die Isabella, die, als sie seinerzeit nach Steiermark gekommen war, eine gewisse Festigkeit gegen die Reblaus gezeigt hatte, geht zusehends unter der Wirkung der Wurzelverseuchung zurück.

Und es steht hier die Frage: Was bedeutet diese „Schwächung?“ Was heißt: gesteigerte Anfälligkeit unter dem Einfluß der Kultur? Genau so wie seinerzeit, als aus Urreben oder Wildreben durch Kultivierung Edelreben geworden sind, der Beerensaft irgendwie veredelt worden ist, mögen auch die übrigen Gewebe eine biochemische Veränderung erfahren haben. Organismen, die bestimmte Eigenschaften „suchen“, werden solche an domestizierten Formen in reicherem Maße und in größerer Vollkommenheit gefunden haben, d. h. diese werden ihrem Geschmack besser entsprechen oder entsprochen haben. Wenn wir eine solche, im Geschmack des Parasiten zu suchende Stimmungsänderung als Schwächung des Wirtes bezeichnen, so ist dagegen nichts einzuwenden und, wenn die an den Wildformen vorhanden gebliebenen Eigenschaften eine Entwicklung des Parasiten nicht mehr so gut ermöglichen und daher als Resistenzeigenschaften gewertet werden, so ist auch dagegen nichts einzuwenden. Es sind dies dann aber keine Antikörper in irgendeinem Sinne, denn sonst wäre beim Walten solcher zu einer Zeit, als es noch nicht domestizierte Formen gab, der Parasit nie zur vollen Entfaltung seiner Kräfte gekommen und damit längst verschwunden. Der Parasit muß also auch an gewissen Wildformen einmal alle für ihn notwendigen Voraussetzungen gefunden haben, eine Verbesserung der Bedingungen an domestizierten Formen mag ihn diesen zugeführt und geschmacklich von den ursprünglichen mehr oder weniger abgelenkt haben.

In meinem Gallenbuch hatte ich ähnliche Fälle im Auge, als ich auf den scheinbaren Gegensatz hinwies zwischen Vollaktivität, voller Gallenentfaltung und gesteigerter Befallsfähigkeit bei gewissen Veränderungen in den Existenzbedingungen wie schwächlicher Entwicklung, Buschform usw. Der Gegensatz aber besteht in Wahrheit nicht, wenn wir scharf genug schauen. Die Spezialisation eines phytophagen Tieres führt dieses an einen bestimmten Wirt, an dem bestimmte Bedingungen erfüllt sein müssen. Ändern sich diese, so ändert sich das Befallsbild bis zur Ablehnung auf der einen Seite, bis zur extremen Anfälligkeit auf der anderen. Die Geschmacksspezialisation des Parasiten führt. Im allgemeinen steigert die Domestikation die Anfälligkeit, keineswegs aber immer. Gewisse amerikanische Formen bzw. Arten und Kreuzungen werden an den Blättern voll besiedelt, d. h. sie bieten für die Gallenbildung im Sinne adäquater Reaktivität volle Voraussetzung. Die in höchstem Maße domestizierte *vinifera* ist unter normalen Bedingungen für Blattgallenläuse überhaupt nicht anfällig. Hier hat, könnte man sagen, die Domestikation zum Gegenteil geführt! Wenn aber die Domestikation im allgemeinen eine Schwächung, ein Verschwinden der Resistenz mit sich bringt, wie ist dann das Bild bei *vinifera* verständlich? Waren die hypothetischen Vorfahren der *vinifera* nicht gallenanfällig, dann hat hier an den Blättern die Domestikation zumindestens keine besseren Bedingungen geschaffen. Nein! Es müssen ganz bestimmte Voraussetzungen biochemischer Art vorhanden sein, die

den gewordenen Prozeß der Gallenbildung als Aktivum der Pflanze und als Reaktivum des Tieres gewährleisten. Unsere Schau leidet unter der irrigen Voraussetzung der Unterscheidung von „schwach" und „stark" an deren Stelle bloß ein „anders" zu stehen hätte. Der Prozeß ist eben in der Entwicklungsgeschichte verankert. Jede Änderung in jedem Sinne führt entweder zur Blockierung des normalen Geleises oder ein Block wird auf freie Fahrt gestellt und die Hindernisse verschwinden. Die Hindernisse aber waren keine anticecidogenen Stoffe, sondern die normale, relativ zum Geschmack des Parasiten veränderte Konstitution.

Es muß nun hier ausdrücklich betont werden, daß der Hinweis auf alle diese Schwierigkeiten und die früher gegebene Warnung vor Überschätzung bestimmter struktureller Momente nichts zu tun hat mit der Möglichkeit und Notwendigkeit züchterischer Arbeit.

Ist einmal ein bestimmtes Verhältnis klar erfaßt, haben wir in einem gegebenen Falle die Tatsache der Nicht- oder Minderanfälligkeit vor uns, so steht nichts im Wege, solche Pflanzen züchterisch auszuwerten, auch wenn wir noch lange nicht in der Lage sind, das „Warum" zu verstehen.

Die Immunzüchtung, die für den gesamten Pflanzenschutz von ungeheurer Bedeutung ist, soll im Wege der Kreuzung günstige Kombinationen schaffen. Das Walten der Vererbungsgesetze zeigt den Weg, der Erbgang läßt erkennen, welche und wieviele Faktoren ein bestimmtes Phänomen beherrschen, über das Wesen der durch diese Faktoren angedeuteten Eigenschaften bzw. ihre physiologischen und biochemischen Grundlagen wird damit gar nichts ausgesagt. Es besteht immer wieder die Gefahr der Vorstellung, ein Immunfaktor sei der Ausdruck einer gewissen aktiven Abwehrbereitschaft, die den Parasiten vertreibt, während es doch nur passive Eigenschaften sein können, deren Vorhandensein lediglich einen normalen biologischen Prozeß aufhält, erschwert oder verhindert. Es liegt daher außerordentlich nahe, ist aber ebenso irreführend, den Immunfaktoren anticecidogene Stoffe zu koordinieren, deren Walten im Falle der Reblaus die Bildung der Galle verhindere, als ob die Pflanze in diesem Augenblicke aktiv würde. Wenn wir schon den Ausdruck „Antistoffe" gebrauchen wollen, dann sind solche vielmehr die Grundlage der Gallenbildung. Die Haemolysine aber gehören allen Blattläusen an.

Völlig offen bleibt die Frage nach dem Wesen des Gallenplasmas, nach dem Kernbau. Wir werden ja hinter diese Probleme kaum kommen. Die Tatsache, daß im Gallengewebe keine Vermehrungszellen möglich sind, andererseits die Notwendigkeit der ständigen Nachlieferung des fremden Stoffes seitens des Parasiten werden hier kaum eine weitere Analyse zulassen.

Die Immunität gegen die Reblaus ist also kein Kampfergebnis der Pflanze, die nun Immunfaktoren erworben hätte, sondern das Ergeb-

nis der Anpassung des Parasiten an bestimmte Formen eines ursprünglich größer gewesenen Wirtspflanzenkreises und damit die passive Herausführung nicht voll reaktiver. Daß dieser Charakter aber irgendwie erbmäßig gebunden ist und mithin züchterisch verwertet werden kann, ist selbstverständlich. Es werden ja alle Eigenschaften vererbt, mithin auch die, die wir besonders brauchen können. Der Charakter ist aber immer nur ein Zustand und kein Kampfergebnis, kein Immunisierungsergebnis im Sinne eines Abwehrerfolges.

Es kann daher nicht wunder nehmen, daß die verschiedenen Reblausrassen und Biotypen sich verschieden verhalten, weil ja jede in irgendeiner Richtung Spezialist geworden ist, wir dürfen uns aber auch nicht wundern, wenn dieses durchaus labile Verhältnis zwischen Wirt und Parasit unter den Einflüssen äußerer Umstände, sagen wir durch das Klima, Verschiebungen erfährt. Die Rassen- und Biotypenfragen sind dabei keineswegs belanglos, im Gegenteil, ihr Studium bleibt von größter Wichtigkeit. Was ich hier festhalten will, ist nur die Tatsache, daß die Bilder in gewissem Grade schwankend sind und bleiben und daß im Zuge der Anpassung neue Biotypen und Rassen entstehen müssen. Alles ist plastisch, alles ist in Fluß und auch das Verhalten einer Type oder Rasse wird immer zwischen zwei Grenzen schwanken. Keineswegs soll und kann aber durch diese Erkenntnis etwa die „veralterte Anschauung über das Problem der Anpassung der Organismen" gegen die Ziele und Wege der Immunzüchtung eingesetzt werden.

Börners bleibendes Verdienst ist es, die Rassenfrage bei der Reblaus aufgegriffen und dadurch die Forschung in eine Richtung geführt zu haben, die seither außerordentlich wichtige Erkenntnisse zutage gefördert hat. Börner und Schilder, Schneider-Orelli, Topi u. a. haben seither viele Bausteine zusammengetragen, die uns nicht nur erkennen lassen, daß sich unsere Rebläuse, gleichgültig, wann und wo eine erste Rassendifferenzierung eingesetzt hat, auf dem besten Wege der Auflösung in zahlreiche Biotypen oder Unterrassen befinden, eine Erkenntnis, die ich schon in meinem Gallenbuche ausgesprochen habe.

Börner hatte die biologische Rassendifferenzierung mit viel Gedankenschärfe durch morphologische Unterschiede zu untermauern verstanden und in seinen Indexwerten einen für die Forschung willkommenen Maßstab herausgestellt. Das Bild der seinerzeit festgehaltenen Hauptrassen *vastatrix* und *vitifolii* ist aber heute schon — und das kann bei richtiger Einschätzung eines Anpassungs„prozesses" nicht wunder nehmen — weitgehend verwischt. In einer jüngst erschienenen Arbeit „Vergleichende Untersuchungen an nord- und südschweizerischem Reblausmaterial (Mitteilungen der schweizerischen entomologischen Gesellschaft Bd. XVII, Heft 12, 1939) hat Schneider-Orelli aus umfassenden und sorgfältigen Untersuchungen eine Reihe von Erkenntnissen schöpfen können, die durchaus

in die gleiche Richtung weisen. Bei Clinton-Blatt-Wurzelläusen hatte sich im Herbste 1937 gezeigt, daß das später gesammelte Blattgallenmaterial etwas höhere Indexwerte ergab als früher am gleichen Orte gefundene Proben. „Ähnliche Ergebnisse (periodische Indexverschiebungen) wurden auch durch periodische Messungen an den bei längerer Aufbewahrung eines Gallenmaterials sukzessive aus den Eiern schlüpfenden Junglarven gefunden."

Bei einem Versuch, das nordschweizerische und tessinische Reblausmaterial in die beiden morphologischen Hauptrassen einzuordnen, zeigte sich, daß bei Blattblattjunglarven sämtliche Übergänge von *vitifolii* zu *vastatrix* vorhanden sind. Bei Blattwurzeljunglarven ergaben sich noch größere Schwierigkeiten. Ein Material aus Oberwil gehört in den Blattblattjunglarven zu *vitifolii*, in den Blattwurzeljunglarven dagegen morphologisch zu *vastatrix*. Das Material von San Nazarro und Piazzogna übersteigt im Indexmittel die *vastatrix* annähernd um so viele Teilstriche, als wie sie *vitifolii* von *vastatrix* trennen. Weitere Schwierigkeiten ergaben sich bei Wurzeljunglarven. „Völlig unerwartet ist hier vor allem die Feststellung, daß die Wurzelläuse von unveredelten Europäerreben aus Bachenbülach morphologisch zum *vitifolii*-Typus gehören. In meinen früheren Versuchen mit Züricher Reblausmaterial hatte ich wiederholt große Mengen von Wurzelläusen in Reblausherden von Bachenbülach gesammelt und dieselben in meinem damaligen Versuchsfelde sowohl zu eingetopften als auch zu freistehenden amerikanischen Unterlagsreben zugesetzt. Das Infektionsergebnis entsprach stets demjenigen des Wurzelmaterials aus anderen zürcherischen Reblausherden, also der nördlichen oder *vastatrix*."

Schneider-Orelli kommt damit zur Überzeugung, daß aus den Indexzahlen für Wurzelläuse und wohl auch für Blattwurzelläuse kaum sichere Schlußfolgerungen über das Anfälligkeitsvermögen des betreffenden Reblausmaterials gezogen werden können, daß also der morphologische *vitifolii*- oder *vastatrix*-Typus nicht immer dem biologischen entspricht. Die morphologischen und biologischen Merkmale stimmen also beim gleichen Reblausmaterial nicht immer überein.

Es war aber auch nicht verwunderlich, wenn Troitzky (Das Reblausproblem und seine Lösung in der Union der SSR, Moskau-Leningrad 1932) sich bei Schilderung der Virulenzverhältnisse in den russischen Weinbaugebieten veranlaßt sieht, der *vastatrix* und *vitifolii* für Transkaukasien eine ökologische Rasse *transcaucasica* gegenüberzustellen, da die charakteristischen Eigentümlichkeiten dieser Population nicht nur in einer erhöhten Virulenz gegenüber allen bekannten amerikanischen Hybriden bestehen, sondern auch biologischer Natur sind, die sich in größerer Fruchtbarkeit und geringerer Wärmeliebe im Vergleiche mit der Kubaner und Odessaer Reblaus äußert.

Solche Erkenntnisse sind für meine Einstellung zum Gesamtproblem keine Überraschung. Ein Hinweis auf mögliche Bastardierungen befriedigt nicht. Wir werden vielmehr bei dem gerade bei der Reblaus

unter so verschiedenen Klimaten und an so verschiedenen Formen der Wirtspflanzen laufenden Spezialisationsprozeß immer wieder Überraschungen erleben, einerseits in der Richtung, daß Biotypen auftreten können, die uns bisher fremd waren, andererseits daß die morphologischen Bilder sich nicht immer mit den biologischen zu decken brauchen.

Einer solchen morphologischen Variabilität entspricht, wenn auch nicht immer koordiniert, bei vielen Parasiten, besonders aber auch bei galligenen Formen eine biologische, die besonders dann zum Ausdruck kommt, wenn geringe Verschiebungen der Außenbedingungen bereits über Befall oder Nichtbefall entscheiden.

Ob bei Anerkennung dieser Labilität auf züchterischem Wege eine endgültig befriedigende Lösung der Reblausfrage erwartet werden kann, ist mindestens zweifelhaft und diesem Zweifel haben auch Breider und Husfeld (Die Schädigung der Rebe durch die radizikole Form der Reblaus, Gartenbauwissenschaft 12. Bd., Heft 1, 1938) Ausdruck gegeben. Die Idealrebe müßte eben absolute Immunität unter allen Umständen und allen Umweltbedingungen beibehalten. „Eine derartige Immunität besteht selbst unter den Wildarten Amerikas nicht. Diese sind vielmehr in dem ihnen adäquaten Habitat immun, unter ungünstigen[1]) Lebensverhältnissen können auch sie zur Bildung von Nodositäten und Tuberositäten neigen. Berücksichtigt man noch, daß nach jeder geschlechtlichen Vermehrung der Reblaus sich ein neuer Biotyp im Sinne Börners entwickeln kann, der selbst eine bislang als absolut immun erachtete Rebe befallen und schädigen kann, dann könnte die Erreichung unseres obersten Zuchtzieles doch sehr in Zweifel gestellt sein." Darum fordert ja auch Scherz (Zur Züchtung der Rebe, Wein und Rebe 20, 11/12), Rebformen zu finden, die mit der Reblaus zu leben imstande sind, die also der Reblaus gegenüber tolerant sind.

Eines steht fest: Was immer an schönen Züchtungserfolgen erzielt werden wird, der in diesem Aufsatz festgehaltene Prozeß der Anpassung wird immer wieder neue Überraschungen bringen, bereits erzielte Ergebnisse können später wieder über den Haufen geworfen werden und niemals werden Resultate erzielt werden, die für alle Weinbaugebiete und für jede Rebsorte gleichzeitig Gültigkeit haben. Wir werden zufrieden sein müssen, wenn es gelingt, die Reblausfrage für bestimmte Verhältnisse, Gebiete und Sortengruppen und vor allem für eine bestimmte Zeit zu lösen.

---

[1]) Dieser Ausdruck ist irreführend und müßte ersetzt werden durch „geänderten"!

(Aus dem Entomologischen Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich)

Eientwicklung und Eiresorption in den Ovarien des Puppenparasiten Brachymeria euploeae Westw. (Chalcididae)

Von

F. Schneider, Zürich

(Mit 8 Abbildungen)

Das Material von *Brachymeria euploeae*, welches hier zur Untersuchung gelangt ist, stammt von den beiden Gambirpflanzungen Goenoeng Malajoe und Negaga an der Ostküste Sumatras. Dieser Chalcidier parasitiert dort Puppen der beiden Hauptschädlinge *Oreta carnea* (Drepan.) und *Margaronia marinata* (Pyral). Es lag daher nahe, im Verlauf der Bekämpfungsarbeiten, welche während der Jahre 1934 —1936 zur Durchführung gelangten, seine Biologie und speziell seine Vermehrungsfähigkeit in zahlreichen Zuchten kennen zu lernen. Dabei zeigte es sich, daß Wespen, welchen nach dem Schlüpfen längere Zeit keine Puppen zur Eiablage verabfolgt werden, eine eigenartige Krise in der Eiproduktion durchmachen, infolge mangelhafter Korrelation zwischen Eibildung und Eiablage; es kommt nämlich in den einzelnen Ovariolen zu Stauungen und Verkeilungen mit nachfolgender Resorption der erstgebildeten Eier. Da diese Vorgänge in rein biologischer und angewandt-entomologischer Hinsicht wert schienen, näher untersucht zu werden, ließ ich im Januar 1939 auf dem Luftwege 40 zum größten Teil parasitierte Puppen von *Oreta carnea* und *Margaronia marinata* nach Zürich senden. Das Material war in kleinen unterteilten Aluminiumbüchsen verpackt und erreichte unser Institut nach acht Tagen, bevor die ersten Wespen geschlüpft waren.

Diese Puppen lieferten 103 Parasiten (wovon 62 Weibchen), welche im Thermostaten längere Zeit mit Honig gefüttert und am Leben gehalten werden konnten. Meine wiederholten, jedoch nur mit wenigen Totalpräparaten und Zeichnungen belegten Beobachtungen aus Goenoeng Malajoe fanden in Zürich ihre volle Bestätigung und Wespen verschiedenen Alters ließen sich nun einwandfrei präparieren und fixieren. Die Ovarien wurden zusammen mit dem Darm sorgfältig aus dem Abdomen frisch getöteter Tiere herausgehoben, sofort in Bouinscher Flüssigkeit fixiert und später in 80prozent. Alkohol aufbewahrt. Vor der weiteren Verarbeitung wurden sie als Totalpräparate gezeichnet und die einzelnen Eier und Eianlagen numeriert. Die Einbettung in Paraffin erfolgte über absoluten Alkohol,

Methylbenzoat-Celloidin und Benzol; die Schnittdicke betrug 7 μ; zur Färbung wurde Eisenhämatoxylin nach M. Heidenhein gewählt. Schwache progressive Färbung mit nachfolgender kurzer Differenzierung ergab sehr klare und stufenreiche Bilder.

A. Bau der Ovarien und der Ovidukte

Die polytrophen Ovariolen sind bei den Hymenopteren zu paarigen büschelförmigen Ovarien vereinigt. Bei *Brachymeria euploeae* kommen auf beiden Seiten drei, ausnahmsweise vier oder sehr selten eine rudimentäre mit drei normalen Ovariolen zur Ausbildung, in welchen schon bei geringer Vergrößerung die hintereinanderliegenden Ei- und Nährkammern als perlschnurförmige Verdickungen leicht wahrzunehmen sind. Da die vollentwickelten Eier verhältnismäßig groß sind, faßt jede Ovariole höchstens deren zwei. Jede Ovariole läßt sich entsprechend ihrem Inhalt in drei Hauptabschnitte den Endfaden, die Endkammer oder das Keimlager und die Eiwachstumszone gliedern. Die Ei- und Nährzellen der Wachstumszone liegen in einem sich hinten erweiternden Schlauch, welcher von der Peritonealhülle und zwei darunter liegenden Tunicalamellen gebildet wird. Die innere Tunicalamelle schließt sich am Ende der Endkammer und bildet eine scharfe Abgrenzung gegen den Endfaden. Die äußere Lamelle setzt sich auf dem Endfaden fort und trennt hier den mit rundlichen Zellen vollgestopften Kern von der Peritonealhülle. Das Peritoneum ist durch kleine zerstreute, im Grundriß ovale Kerne charakterisiert. Der Plasmabelag ist hier, abgesehen von der direkten Umgebung der Kerne äußerst dünn und enthält ein zartes Muskelfasernetz. Die einzelnen Fasern schließen im gedehnten Zustand eine einschichtige Lage parallelverlaufender Fibrillen ein, welche eine Kontraktion der Ovarialwände ermöglichen und zusammen mit der elastischen Tunica Ei- und Nährzellen unter Druck halten.

Die Eischläuche jedes Ovars sitzen einem kurzen Eierstiel auf, welcher von einem zusammengeschobenen klein- und blaßkernigen Zellpfropf erfüllt ist (Abb. 1). Ein Zylinderepithel schließt den Eierstiel nach hinten zu vollständig ab und setzt sich in 2—3 mächtigen Falten längs des daran anschließenden muskulösen und sehr dehnbaren Kelches fort, um kurz darauf sich im unpaaren Eileiter zu verdünnen. Das abschließende Epithel zwischen Eierstiel und Kelch wird bei der ersten Eiablage durchstoßen. Die Mündung des unpaaren Eileiters liegt von der Abdominalspitze entfernt am Grunde des Stachelapparates; der Eileiter ist deshalb nach vorn abgeknickt.

Nahe an dieser Umbiegungsstelle münden auf der Unterseite der Kelche paarige sackförmige Divertikel, welche bei frischgeschlüpften Tieren noch klein sind, später sich jedoch mit Sekret füllen und mächtig anschwellen. Diese Ausstülpungen werden bei einem verwandten Chalcidier

Euchalcidia caryobori von Hanna (1934) als Drüsen bezeichnet. Bei *Brachymeria euplocae* sind es dünnwandige Sekretbehälter, welche mit einer starkgefalteten Chitinlamelle ausgekleidet und damit sehr dehnbar sind. Das Sekret stammt offenbar von der faltigen und oft sehr gequollenen Epithelauskleidung des Kelches und kann erst bei der Eiablage durch die muskulöse Mündung in den unpaaren Eileiter austreten. Schon bei frisch geschlüpften Tieren ist eine starke Wucherung und Sekretion

Abb. 1. Verschlossener Eikelch und Zellpfropf vor der Eiablage. 440mal.
F Follikel, Z Zellpfropf, K Kelch

des Abschlußepithels zu beobachten, welche an dieser Stelle zu einer degenerativen Verdünnung der Epithelwand führt und damit wahrscheinlich den Eidurchtritt erleichtert.

Der Boden des unpaaren Ovidukts, welcher der Giftblase aufliegt, ist mit raffelartigen, äußerst fein- und spitzgezähnten, nach außen gerichteten Querleisten besetzt. Kräftige Muskeln setzen an dieser Raffel an und sind an der Vaginaöffnung mit dem Stachelapparat verbunden, andere sitzen in den Ecken der Umbiegungsstelle und ziehen die Raffel nach der entgegengesetzten Richtung. Durch Vor- und Rückwärtsbewegung des

Vaginabodens wird wohl das komprimierte Ei allmählich in den Legestachel geschoben, da die Zähnchen nur in der einen Richtung ins Chorion eingreifen. Das Dach der Vagina ist schwächer chitinisiert. Neben der Giftblase münden noch zwei kleine accessorische Drüsen in den Stachelapparat. Das Receptaculum seminis liegt mit kurzem Ausführgang zwischen der analen Wand des unpaaren Ovidukts und dem Ganglionknoten. Eine großzellige rundliche Anhangsdrüse sitzt ihm auf und der chitinisierte Ausführgang durchläuft eine muskulöse Samenpumpe. Die Mündung liegt an der Umknickstelle des unpaaren Eileiters auf einer zapfenartig vorspringenden und in der Mitte trichterförmig eingebuchteten Falte.

B. Entwicklung der Eier

Die Ovariolen einer frischgeschlüpften Wespe sind S-förmig gebogen und enthalten je 6—7 gesonderte Eikammern mit Eianlagen verschiedener Größe; erst die älteste Eizelle erreicht die Ausdehnung ihres Nährfaches oder übertrifft sie um weniges. Der vorderste Endkammerabschnitt ist mit randständigen Epithelzellen ausgekleidet und enthält zudem großkernige Oogonien, welche sich neben ihrer Größe durch bessere Färbbarkeit deutlich vom Epithel unterscheiden lassen. Weiter hinten gesellen sich zu den Oogonien Epithelzellen von ähnlicher Größe und die beiden Elemente lassen sich erst wieder auseinanderhalten im Moment, wenn die Teilung der Oogonien einsetzt (Abb. 2). Nach jeder der vier aufeinanderfolgenden Teilungen bleiben die Oogonienfragmente als kugelige Morula-artige Massen beisammen (Rosetten nach Hegner 1915) und erreichen im Achter- und Sechzehnerstadium ein Maximum an Färbbarkeit. Diese Kugeln sind nun schon allseitig von Epithelzellen umschlossen.

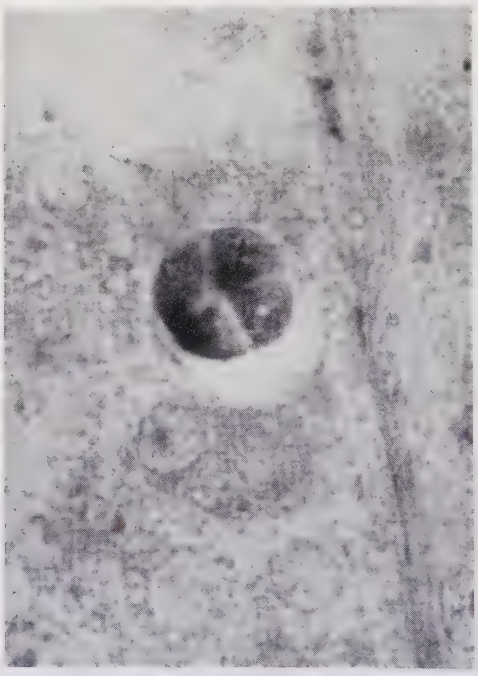


Abb. 2. Oogonienteilung im Keimlager. 1500 mal

Die 16 Oogonienabkömmlinge wachsen nun beträchtlich, runden sich ab und kommen in definitiver Anordnung hintereinander zu liegen, ohne den gegenseitigen Kontakt zu verlieren. Das Chromatin ihrer Kerne vereinigt sich zu scharf differenzierten Fadenknäulen. Die hinterste Zelle, welche

später zum Ei wird, kann in dieser Entwicklungsphase oft nur durch ihre von den Nährzellenkernen etwas abweichende Anordnung des Chromatins unterschieden werden. Die Epithelzellen teilen sich lebhaft, und es setzt auch ein intensives Wachstum der Ei- und Nährzellen und besonders der Nährzellenkerne ein. Der Follikel, welcher bis dahin als einheitliche Umhüllung um den gesamten Zellverband gelegen hat, nimmt im Gebiet der Nährzellen an Mächtigkeit ab, legt sich jedoch als dicke, hinten abgerundete Kappe um die Eizelle. Der Eikern bleibt nun in der Folge gegenüber den Nährzellenkernen im Wachstum immer mehr zurück. In der Zeit, da die Eizelle den hintersten Nährzellen noch breit aufsitzt, liegt im Eikern ein großer runder Nucleolus und rund um den Kern erscheinen feine, starkfärbende Granula; in den Nährzellkernen ist das Chromatin viel mehr verteilt. Je mehr Ei- und Nährzellen an Größe zunehmen, desto enger erscheint die zapfenförmige Verbindung zwischen Ei- und Nährkammer.

Im Verlauf der weiteren Entwicklung unterliegen die einzelnen Elemente einer Ovariole folgenden Veränderungen: Das Follikelepithel des Eifachs besteht aus hohen Zylinderzellen, welche sich zuerst hinten (Abb. 6, I) und später (II) auch an den Seiten lebhaft teilen, bis im Längsschnitt etwa 35 Zellen gezählt werden können, welche sehr hoch und enggepackt erscheinen. Gleichzeitig mit dem Eiwachstum erfahren sie anfänglich noch eine bedeutende Volumzunahme (Abb. 7 a, f usw.). Nach der Bildung des Chorions (V), am hintern Eipol beginnend, plattet sich das Epithel immer mehr ab, die Zellgrenzen werden undeutlich und die Zellage erscheint schließlich samt ihren Kernen als dünnste Lamelle zwischen Chorion und Peritonealhülle (VIII). Obwohl die Kerne zu dünnen Blättern ausgewalzt sind, lassen sich ihre Umrisse in Flächenansicht noch deutlich wahrnehmen (Abb. 7 d, i). Die Chorionbildung durch den Follikel beginnt am hintern Eipol schon zur Zeit, da die Eianlage noch klein ist und die Nährzellen noch normal funktionieren; erst viel später erfaßt sie die vordere Eihälfte (VII). Aus diesem Verhalten resultiert die hinten merklich verjüngte Eiform von *Brachymeria euploeae*.

Die Follikelzellen des Nährfaches, welche anfangs (I) als mehr oder weniger zusammenhängende Lagen oder bogig einspringende Inseln rings um das Nährfach auftreten, verlieren immer mehr ihren Zusammenhang und bleiben klein; erst wenn sich die Verbindung zwischen Eizelle und Nährfach löst (VI), setzt eine starke Wucherung der Follikelinseln ein und ihre Zellen übertreffen teilweise diejenigen des Eifollikels in bezug auf Größe. Sie scheinen sekretorisch bei der Auflösung der funktionslos gewordenen Nährzellen mitzuwirken und degenerieren bald zusammen mit dem ganzen Nährfach.

Die 15 Nährzellen eines einzelnen Faches wachsen beträchtlich und platten sich polyedrisch gegeneinander ab. Ihre Riesenkerne sind mit groben und gleichmäßig verteilten Granula gefüllt und zeigen vorn,

später auch hinten einen peripheren Chromatinbelag (II—V). Mit dem Auftreten der ersten accessorischen Kerne oder Trophonuclei (Dotterbildner) im Eiplasma erscheinen im Plasma der Nährzellen fädige Strukturen. Nach Erfüllung seiner Aufgabe schrumpft das Nährfach und bei der von vorn nach hinten fortschreitenden Degeneration der Zellen treten im Plasma helle unregelmäßige Vakuolen und Dendriten auf, die in grobschwammigen Massen zusammenfließen. In den Kernen erscheinen zahlreiche Chromatinknollen und die Grenzen werden undeutlich. Es bleibt schließlich ein grobschwammiges bis großzelliges Gebilde mit mehr oder weniger stark färbenden homogenen bis grobgranulierten unregelmäßigen Brocken, welches durch die nachrückende Eianlage zusammengeschoben wird.

Der Plasmafortsatz, welcher die Eizelle mit den hintersten Nährzellen verbindet, ist nicht selten stärker gefärbt als seine Umgebung (III, IV) und weist schwache Längsstreifung auf. Oft läßt sich eine scharfe Trennungsmembran zwischen dem keulenartig verbreiterten Fortsatz und der Nährzelle nachweisen, so daß angenommen werden muß, der Plasmakörper der Eizelle stehe höchstens durch enge Poren in direktem Kontakt mit demjenigen der Nährzellen und der Stoffdurchtritt betreffe hauptsächlich diffusionsfähige flüssige Zellbestandteile. Während der Auflösung der Nährzellen zieht sich der Eifortsatz zurück bis auf einen nasenförmigen Lappen in der zukünftigen Mikropyle.

Der Kern der Eizelle liegt anfangs mitten im Eifach (I—III), später findet man ihn am vordern Eipol zwischen Eifortsatz und Außenwand. Im dottergefüllten Ei befindet er sich immer noch dicht am vordern Eipol auf dem peripheren Plasmamantel. Er ist ellipsoidisch bis eiförmig und enthält zahlreiche randständige Granula. Seine Größe bleibt ganz im Gegensatz zu den Nährzellenkernen während der ganzen Eientwicklung ungefähr gleich.

Das Plasma der Eizelle ist anfangs (I) fein netzförmig und homogen; es treten dann — wie in den hintersten Nährzellen — zerstreute kleine, etwas stärker färbbare Körner und Flocken auf (II). Später (IV) erscheinen die ersten accessorischen Kerne in einer wolkig aufgehellten, mit feinen hellen Bläschen durchsetzten Randzone, hauptsächlich am vorderen Pol, zum Teil in direkter Nachbarschaft des Keimbläschens. In größern Eianlagen (V) bietet sich folgendes Bild: Dem Follikelepithel liegt eine dünne dotterfreie Plasmahaut auf, dann folgt nach innen eine aufgelockerte schwammige helle Zone mit flüssigem oder halbflüssigem Dotter und Dottervorstufen von fettigem Charakter (im Präparat zum größten Teil schon herausgelöst) und eingestreuten schwarzblauen Tropfen und Brocken (Dotter). Das Zentrum ist homogen und am innern Rand der hellen Zone findet sich eine Lage accessorischer Kerne zum Teil mit exzentrisch nach außen gerichteten Hofbildungen. Die schwammige Zone verbreitert sich dann, die erstgebildeten Trophonuclei bleiben an

ihrem innern Rand und gelangen allmählich ins Innere des Eies. Unterdessen hat sich eine neue wandständige Generation von Trophonuclei gebildet — ähnlich wie sie Buchner (1918) bei *Camponotus* beobachtet hat —, die in zusammenhängenden Lagen direkt unter dem Follikel liegen und durch ihre Größe auffallen (Abb. 3). Es treten nun in der Nachbarschaft der accessorischen Kerne starkgefärbte Dotterkugeln auf, welche an jenen Stellen, wo der Follikel außen freiliegt, rasch an Masse zu-

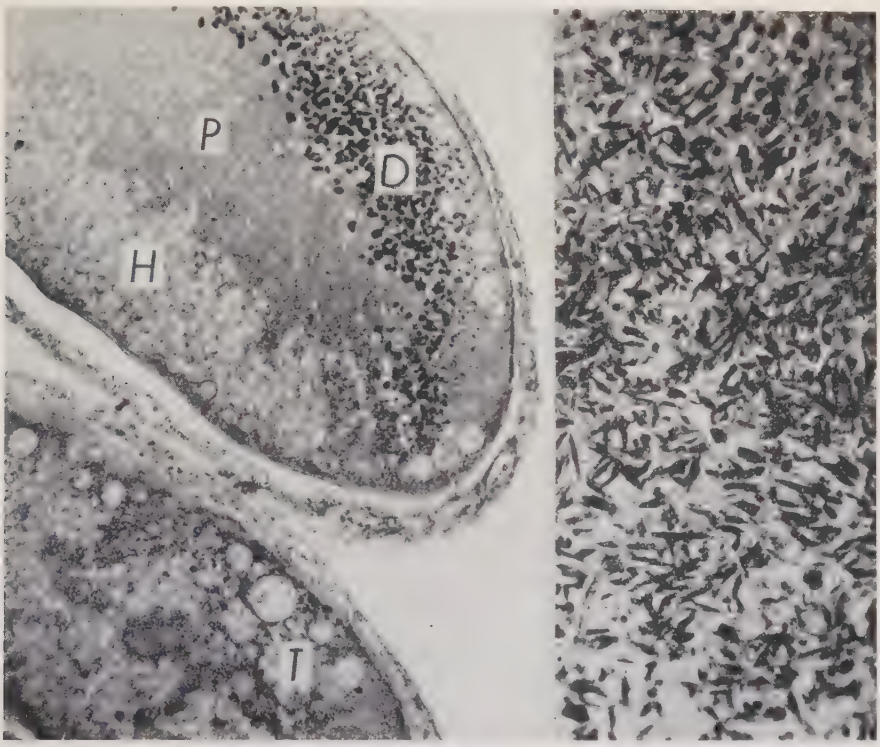


Abb. 3. Dotterbildung in Eianlagen (440 mal) und Dotter im vollentwickelten Ei (600 mal). P Plasma, H Helle Zone, T Trophonuclei, D Dotter

nehmen, jedoch an der Berührungsstelle zweier Ovariolen viel seltener erscheinen.

Unterdessen ist die Verbindung mit den Nährzellen gelöst worden; die Streckung des Eies und die Bildung der Dotterkugeln geht trotzdem weiter, bis im vollentwickelten Ei die stark färbenden Dotterelemente als kleine Kugeln, Tropfen oder unregelmäßige Stäbchen dicht gepackt vorliegen (Abb. 3). Neben der Nährzellentätigkeit muß also besonders während der letzten Entwicklungsphase auch ein reger Stoffdurchtritt durch den Follikel angenommen werden, doch scheinen die Follikelzellen dabei eher eine passive Rolle zu spielen und bei der Dotterbildung nicht direkt mitzuwirken.

Bei der normalen Eiablage reißt der Follikel und zieht sich am Grunde der Ovariole zusammen, wo er anschwillt und schließlich zu einer gelblichen, strukturlos bröckligen linsenförmigen Masse, dem sogenannten Corpus luteum degeneriert. Das Ei stößt durch den Zellpfropf und das abschließende Epithel des Kelches und hinterläßt eine mikroskopisch leicht nachweisbare Lücke im Pfropf und einen scharfen Riß im Epithel.

C. Beobachtungen am Keimbahnkörper

Es muß an dieser Stelle noch ein eigentümlicher Vorgang erwähnt werden, welcher sich kurz vor der Chorionbildung am hintern Eipol abspielt. Im Plasma erscheint in diesem Zeitpunkt am Hinterende der Eianlage eine lokale Differenzierung, welche sich durch große Affinität zu Hämatoxylin auszeichnet. Ein Teil dieses stark gefärbten Körpers wird nun von der Eizelle durch das Follikelepithel hindurch ausgestoßen. Wahrscheinlich spielt sich dieser Vorgang in kurzer Zeit ab, und es muß als glücklicher Zufall bezeichnet werden, daß eine Eianlage in dieser Entwicklungsphase fixiert und geschnitten werden konnte (Abb. 4). Das Ei erscheint im Schnitt hinten etwas kontrahiert und hat sich seitlich vom Follikel abgelöst. Im Plasma liegt am hintern Pol zwischen großen hellen Tropfen (Dottervorstufen) ein dunkelgefärbter schwammiger Körper, dessen hinterster Teil in einem kleinen, vorn abgerundeten Plasmazapfen durch den Follikel durchgebrochen ist. Zu beiden Seiten haben sich die voneinander getrennten Follikelzellen abgerundet. Vor dem durchstoßenden Plasmalappen liegt ein intensiv und homogen gefärbter Sekrethof. Infolge der starken Verfärbung kann in diesem Präparat nicht mit Sicherheit festgestellt werden, ob bei diesem Durchbruch eine Follikelzelle aus ihrem Verband gelöst worden sei. Der schwammige dunkle Körper läuft zu beiden Seiten in diesen Lappen und hat sich hier zu einer feinen, stark färbenden Struktur verdichtet.

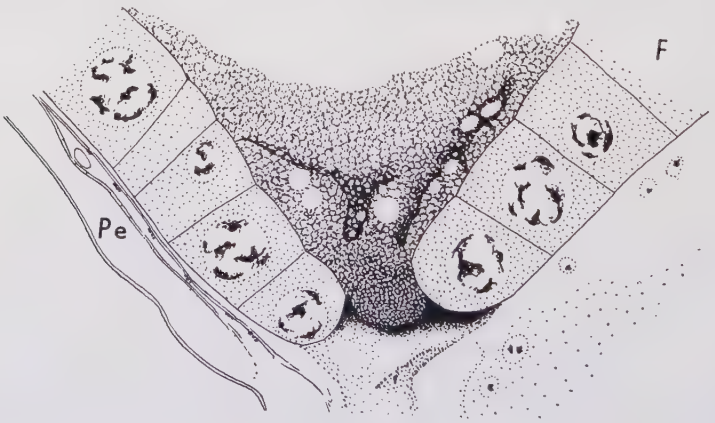


Abb. 4. Ausstoßung der Keimbahnkörperportion. 1200mal. F Follikel
Pe Peritonealhülle

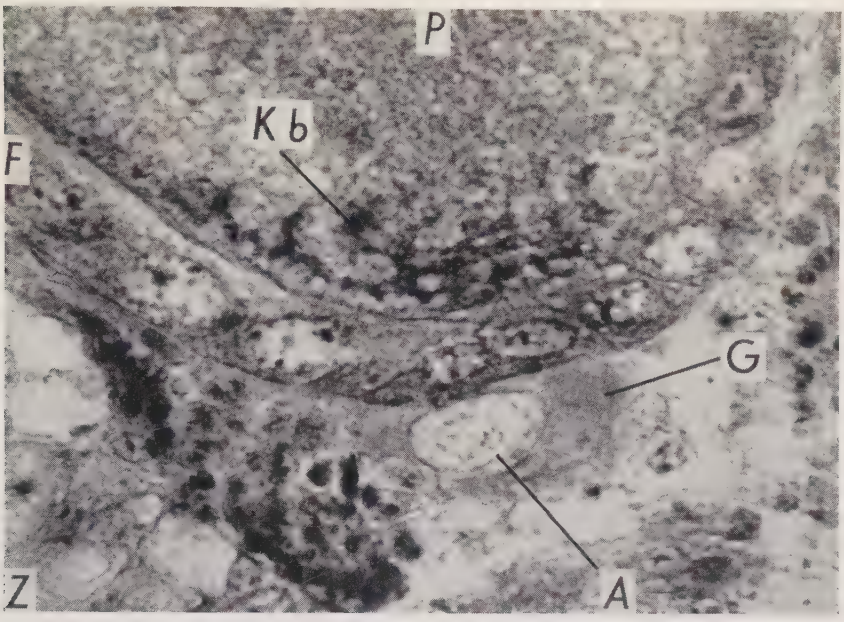


Abb. 5. Ausgestoßene Keimbahnkörperportion nach erfolgter Chorionbildung am hintern Eipol. 1200mal. P Eiplasma, Kb Keimbahnkörper, F Follikel, Z Zellpfropf, A Abgelöste Follikelzelle, G Gelbe Masse

In einer Ovariole des gleichen Ovars findet sich eine Eianlage von ähnlicher Größe, doch hat sich hier das Chorion im hinteren Teil schon gebildet. Der dunkle Körper liegt als schwammiges, im Schnitt sichelförmiges Gebilde am hinteren Pol (Abb. 5). In unmittelbarer Nähe dieses Körpers, auf der Außenseite des Follikels findet sich eine auffällige blaßgelbe homogene Masse, welche schon weitgehend verflüssigt erscheint und zwischen die umliegenden Zellen des Eierstielpfropfes eindringt. Mitten in dieser Masse schwimmt eine abgerundete Zelle, die viel größer ist als die umliegenden Pfropfzellen, jedoch den anstoßenden Follikelzellen genau entspricht, abgesehen von ihrer rundlichen Form und geringeren Färbbarkeit. Die benachbarten kleinen Zellen des Eierstiels zeigen anormale, tieffärbende, knollenförmige Chromatinzusammenballungen in ihren Kernen; zudem liegen einige freie, stark gefärbte Tröpfchen daneben.

Es wird also durch die sich entwickelnde Eizelle direkt vor der Chorionbildung, in einem Zeitpunkt, wenn die Nährzellen noch nicht degeneriert sind und die Dotterbildung durch wandständige Trophonuclei schon in Fluß geraten ist, ein Teil der stark gefärbten Differenzierung am hintern Eipol zusammen mit Plasma und fettartigen Einschlüssen durch den Follikel unter Opferung einer Follikelzelle ausgestoßen. Ein Teil des Körpers bleibt in der Eizelle und ist auch im reifen Ei als haubenförmige, nach vorn offene, sehr stark färbende Masse mit knolligen vakuolisierten Verzweigungen leicht wahrnehmbar. Es handelt sich um

den sogenannten Keimbahnkörper, welcher in den Eianlagen und Eiern zahlreicher Hymenopteren und Dipteren nachgewiesen worden ist und dessen Schicksal z. B. bei *Ageniaspis* und *Chironomus* näher untersucht worden ist. Nach der Furchungsteilung gelangt nämlich der Keimbahnkörper in das Plasma der Urgeschlechtszellen, welche an den hinteren Eipol zu liegen kommen, wo er wahrscheinlich das passive Verhalten dieser Zellen während der folgenden Embryogenese weitgehend mitbestimmt.

Über die Natur des Keimbahnkörpers liegen folgende Äußerungen vor: Hegner (1915) spricht von einer sichtbaren Cytoplasmadifferenzierung, welche während der Eireifung durch Plasmabewegung lokalisiert wird. Buchner (1918) hält den Körper bei *Camponotus* für ein spezifisches Nährzellensekret. Nach Gatenby (1919) handelt es sich bei *Apanteles glomeratus* um eine eiweißartige, basophile Substanz, eine Form von Deutoplasma, die mit Chromatin oder Dotter nichts zu tun habe und deren Bedeutung wohl darin bestehe, den Keimzellen zu ermöglichen, in der Zeit der Embryogenese von den übrigen Zellen unabhängig zu bleiben. Hirschler (1928) spricht von einer am hinteren Eipol gelegenen und noch aus der Oogenese stammenden chromophilen Substanz. In Anbetracht der lebhaften Wachstums- und Sekretionsvorgänge, welche sich innerhalb eines Ei-Nährzellenverbandes abspielen, scheint mir die Möglichkeit gegeben, den Keimbahnkörper als Anhäufung von Restprodukten anzusprechen, welche sich bei der Bildung von Plasma, Dottervorstufen und Dotter in der Eizelle angereichert haben und durch die periphere Plasmahaut und den Follikel nicht mehr austreten können. Die Ausstoßung der Keimbahnkörperportion wäre demnach nichts anderes als ein augenfälliger Exkretionsvorgang der Eizelle.

Diese Auslegung steht kaum im Widerspruch mit dem weiteren Schicksal des Keimbahnkörpers. Die Geschlechtszellen, in welche er nach der Furchungsteilung des Eikerns gelangt, zeichnen sich während der folgenden Organogenese durch große Trägheit und Passivität aus. Diese auffallende Entwicklungshemmung ist mit der Exkretnatur des Keimbahnkörpers leicht in Einklang zu bringen. Der Keimbahnkörper liegt im Ei in größtmöglicher Entfernung vom Eikern; ob er durch Plasmaströmung dorthin gelangt oder ob bei seiner Bildung ein Sekretstrom von den Nährzellen in die Eizelle mit gleichzeitigem Austritt flüssiger Bestandteile durch den Follikel maßgebend sei, ist ungewiß; im letztern Fall würde sich aus rein mechanischen Gründen das Exkret wie am Grunde eines Filters am hinteren Eipol ansammeln.

D. Eiverkeilung und Eiresorption

Ganz unabhängig davon, ob die reifen Eier nun zur Ablage kommen oder nicht, geht das Wachstum der jungen Eianlagen weiter. Die zweite Eifolge wird keilartig neben die erste in die Ovariolen geschoben oder

aber sie wird, besonders in kleinen Ovarien, auf den vordern Pol der fertigen Eier gepreßt und kappenförmig deformiert. In extremen Fällen können junge Eifächer derart auf die Seite gedrängt werden, daß sich zwei Nährfächer berühren oder die vollentwickelten Eier werden am Grund der Ovariolen U-förmig zusammengeschoben (Abb. 6c). Alle diese Anomalien deuten auf einen hohen Eidruck in den Ovariolen, welcher die Ausdehnungsfähigkeit der Peritonealhülle und der Tunicalamellen maximal beansprucht. Doch bleibt die langgestreckte Form der prallgefüllten Eier vorläufig noch erhalten.

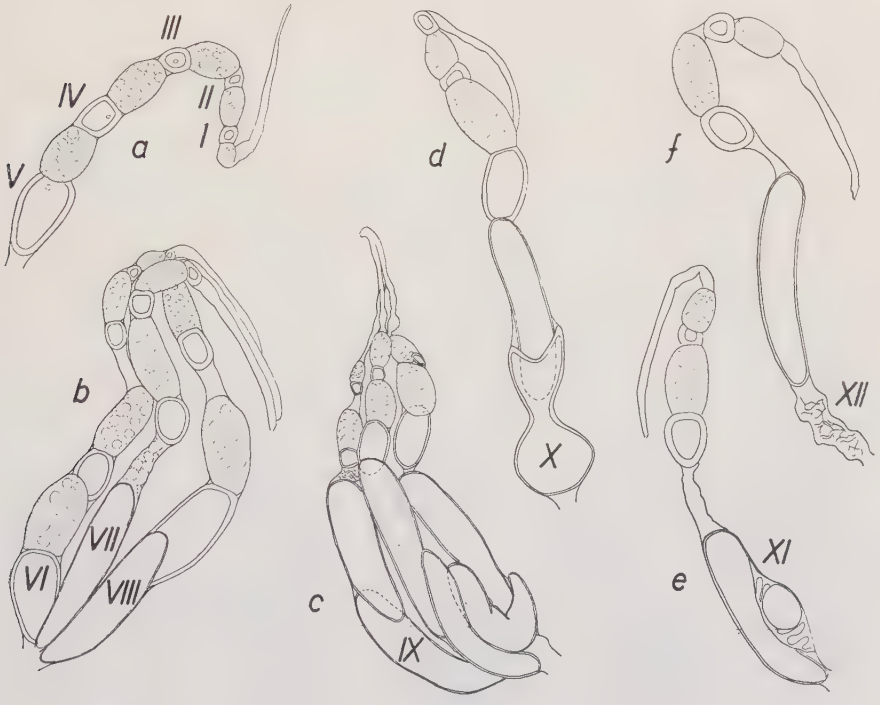


Abb. 6. Wachstum und Auflösung der Eier in den Ovariolen. I—XII aufeinander folgende Entwicklungs- und Resorptionsstadien. 40mal

Im mikroskopischen Präparat sind in diesem Stadium maximaler Pressung tiefgreifende Veränderungen der Eistruktur wahrzunehmen. Auffällig ist vor allem der Dotterschwund in vollentwickelten Eiern; das Eiplasma ist aufgehellt, fein schwammig bis filzig und enthält nur noch vereinzelte winzige Dottertröpfchen und zudem helle feinverzweigte Dendriten, welche von zusammenfließenden Tröpfchen und unregelmäßigen Flüssigkeitsansammlungen herrühren dürften. Der Eikern sitzt am vordern Eipol; er ist von hellen Schlieren umgeben, welche vielleicht auf sekretorische Tätigkeit zurückzuführen sind. Die Umgebung dieser Schlieren ist dunkel verfärbt. Während das Plasma am vordern Eipol dem Follikel dicht aufliegt, hat sich in der hintern Eihälfte die Dottermembran vom

Chorion gelöst und die flüssigen Dotterderivate sind in den Raum zwischen Membran und Chorion übergetreten, wo sie sich im Präparat als stark färbende, grobflockige lockere Masse scharf gegen das Plasma im Zentrum abheben. Im frischen, noch nicht fixierten Totalpräparat bildet das Plasma in diesem Stadium einen dichten, milchigen Zapfen, welcher vom vorderen Pol nach dem Einnern ragt, während diese oberflächliche Flüssigkeitsansammlung als klare Zone mit wenigen Tropfen erscheint.

Im hinteren Teil des Eies zerreißt die Dottermembran leicht und wird teilweise aufgelöst; das Plasma zeigt hier eine unscharfe zackige Grenze gegen die flüssigen Randpartien. Der Keimbahnkörper tritt aus dem dotterarmen Plasma deutlich in seiner früheren Form hervor als haubenförmige, sehr grobschwammige, mit vakuolisierten Brocken besetzte Masse. Das Follikelepithel dieser vollentwickelten Eier erreicht hier seine maximale Abplattung und erscheint auch am vordern Pol membranartig (Abb. 7 d, i); auch seine Kerne sind zu dünnen Belägen ausgewalzt, ihr Chromatin ist fein verteilt und gestattet eine scharfe Kernfärbung.

Die Strukturveränderungen haben sogar auf die jungen Eianlagen und ihre Nährkammern übergegriffen, die normalerweise entsprechend der Eigröße noch keine Degenerationserscheinungen aufweisen würden. Die Kerne der Nährzellen sind von einem hellen zackigen Hof umgeben, welcher auf abnormale Sekretansammlungen hindeutet. Im Plasma treten Flüssigkeitsansammlungen als große helle Vakuolen auf. In den

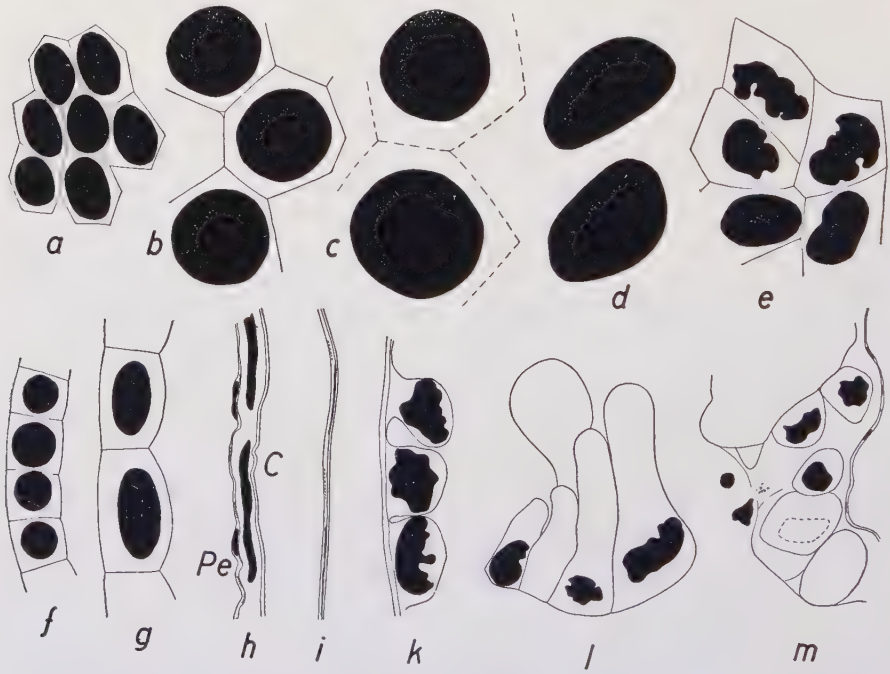


Abb. 7. Formveränderung des Follikelepithels im Verlauf der Eibildung und Eiresorption. 700 mal.
Pe Peritonealhülle, C Chorion

jungen Eizellen finden sich normale Kerne und Trophonuclei; die Kerne sind wie in alten Eiern von einem Hof umgeben. Das Plasma ist etwas wolkig und enthält weder dunkle Dotterkugeln noch helle Tröpfchen; an den Seiten finden sich ebenfalls zwischen Plasma und Follikel flüssige Bestandteile. Es muß besonders auffallen, daß auch an mittelgroßen Eianlagen die Mächtigkeit des Follikelepithels, verglichen mit dem Normalfall der jungen Ovariole bis auf die Hälfte reduziert ist.

Junge und alte Eizellen reagieren also auf den ungewöhnlichen Stauungsdruck im Sinne einer Wiederauflösung des Dotters und der Dottervorstufen. Diese Auflösung erfolgt scheinbar vom Eiplasma aus, und zwar sehr rasch; sie beginnt, wenn eine Einzelbeobachtung verallgemeinert werden darf, am vordern Eipol. Die flüssigen Dotterderivate treten dann durch Chorion und Follikel ins Blut über. Das Follikelepithel scheint sich anfänglich passiv zu verhalten und der Diffusion kein Hindernis zu bieten. Der Materialverlust der Eier äußert sich in einer Lockerung und einem Runzligwerden des Chorions und bewirkt eine Entlastung der ganzen Ovariole. Selten zeigt das Ei einen fortgeschrittenen degenerativen Charakter, obwohl der Dotter erst zum kleinsten Teil aufgelöst und als mehr oder weniger zusammenhängende Masse sich vom Plasma getrennt hat.

Während aber nun die jungen Eianlagen und ihre Follikel bald ihr Wachstum wieder aufnehmen bzw. wieder normale Dicke erlangen, gehen die vollentwickelten Eier, deren accessorische Kerne und Nährzellen schon degeneriert sind, einer raschen Auflösung entgegen. Das Ei wird schlaff und wird vom nachfolgenden an die Wand der Ovariole gepreßt. Oft wird das Chorion am vordern Eipol frühzeitig aufgelöst oder es reißt und der halbflüssige Eiinhalt ergießt sich in den Follikel und sammelt sich am Grunde der Ovariole in einer kugligen Anschwellung, während der vordere Teil des Follikels vom nachrückenden Ei ausgequetscht und zusammengeschoben wird (X). Im Innern der Plasmamasse treten wieder helle Bläschen und schwammige Strukturen auf wie zu Beginn der Dotterbildung, mit großen zum Teil verlaufenden Tropfen. Das Chorion hat sich vom Follikel gelöst und ist stark gefaltet. Der Raum zwischen Chorion und Follikel füllt sich mit flüssigen, grobflockig ausfallenden und stark gefärbten Massen. An Rißstellen des Chorions ergießt sich das helle schwammige Plasma in diese randliche Flüssigkeitszone. Der Eikern läßt sich nicht mehr nachweisen, dagegen liegen mehrere stark gefärbte lappige Brocken im Plasma, welche vielleicht als Degenerationsprodukte des Keimbläschens anzusehen sind. Der Keimbahnkörper hat sich am ursprünglichen Ort zu einem kleinen, hinten offenen, unregelmäßig verzweigten dunklen Ring verdichtet. Die Auflösung hat schon die lebenswichtigsten Elemente der Eizelle ergriffen und im Frischpräparat erscheint ihr Inhalt hyalin und flockig.

Der Follikel wird nun in der Folge vorn immer mehr zusammengeschoben. Die ursprünglich abgeplatteten Zellen und Kerne quellen und runden sich ab; das lamellenförmige Plattenepithel wird wieder zum Zylinderepithel. Die Kerne nehmen unregelmäßige tropfenförmige oder auch gelappte Gestalt an, das Plasma erscheint grobschwammig, hellvakuolisiert und die Zellwände sind straff angespannt und nach innen vorgewölbt. Gleichzeitig zeigt im hinteren Abschnitt der Follikel noch eine starke Abplattung.

Der Einhalt ist zu einer grobschwammigen vakuolisierten Masse mit Brocken und Tropfen verschiedener Färbbarkeit geworden, welche stellenweise durch das dünne und feinverfältelte Chorion gegen die peripheren Flüssigkeitsansammlungen abgegrenzt wird. Der hinterste Chorionabschnitt ist am widerstandsfähigsten und bleibt mehr oder weniger intakt. Sein Inhalt bildet in der verflüssigten, dunklen Umgebung eine linsenförmige, helle und feinschwammige Insel (XI). Der Keimbahnkörper ist verschwunden, doch findet sich an seiner Stelle am hintern Eipol zwischen den hellen Vakuolen und dunklen Tropfen eine hellgelbe, homogene, zerfließende Masse, die sonst nirgends im betreffenden Ei auftritt, jedoch völlig mit der ausgestoßenen, degenerierten Keimbahnportion (siehe oben) übereinstimmt.

Das Follikelepithel wird dann in großen Falten zusammengestaut (Abb. 8) und die eingeschlossenen Eireste werden bis auf wenige Brocken und Tropfen aufgelöst. Die Follikelzellen sind hell, grobschwammig, sehr prall und nach innen rund vorspringend (Abb. 7 e, k, l). Die Kerne sind meist lappig und wachsen teilweise zum Mehrfachen ihrer ursprünglichen Größe an. In einzelnen Nestern sind die Epithelzellen enggepackt, die Kerne sitzen am Grund, das helle, grobschwammige Plasma wuchert gegen den Eirest und schnürt sich an mehreren Stellen jedes einzelnen Zellkörpers tropfenförmig ab. Vor den Zellen liegt eine tiefblaue, ziemlich homogene Verflüssigungszone, die innen in einer unregelmäßigen Abschmelzungslinie an den hellen, vakuolisierten Eirest grenzt. Der Follikel entfaltet hier eine intensive sekretorische Aktivität, und es bieten sich Bilder, welche an sezernierende Darmepithelien erinnern; er hat wohl auch dort großen Anteil an der Eiresorption, wo der Sekretionsvorgang nicht derart auffällige Formen annimmt.

Die Wucherung der Follikelzellen stellt keinen mit der Eiresorption verknüpften Spezialfall dar, sondern sie erfolgt auch nach normaler Eiablage, wie es z. B. Weyer (1928) an *Chalicodoma* beobachtet hat. Sie endet in einer Art „Selbstverdauung“ des Follikels. Bei der Eiresorption funktioniert der Follikel nun ganz ähnlich, nur ist die sekretorische Tätigkeit hier intensiver und andauernder. Weyer hat bei Ameisenarbeiterinnen eine Fettspeicherung im Follikelepithel beschrieben und spricht sogar von einem Funktionswechsel der Ovariolen; dies ist bei *Brachymeria euploeae* sicher nicht der Fall.

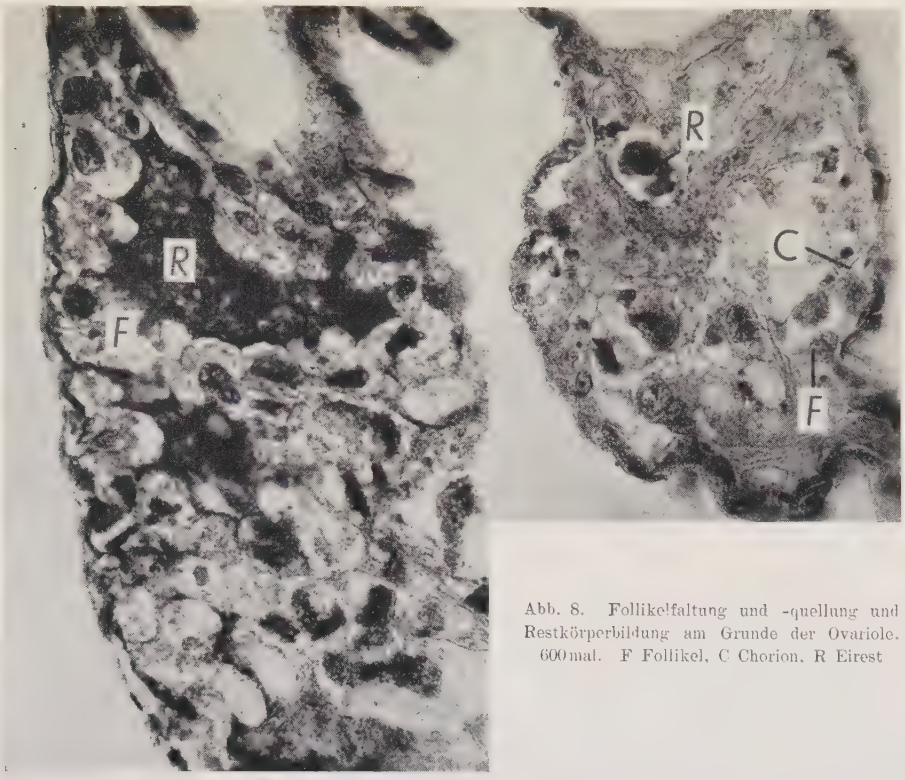


Abb. 8. Follikelfaltung und -quellung und Restkörperbildung am Grunde der Ovariole. 600mal. F Follikel, C Chorion, R Eirest

Was nun endlich vom Ei und seinem Follikel am Grunde der Ovariole übrig bleibt, hat Ähnlichkeit mit den Corpora lutea des normal eierlegenden Weibchens (XII). Es ist eine blasige Masse (Abb. 8) mit wenigen unregelmäßigen Schollen und Brocken und spärlichen geformten Zellelementen. Reste des Chorions sind stark verfaltet und die vereinzelten degenerierten Zellen lassen kaum mehr den ursprünglichen Epithelverband erkennen.

E. Ökologische Auswirkungen

Die anatomische Untersuchung der Ovarien von *Brachymeria euploeae* hat ergeben, daß die Eibildung in den Ovariolen kontinuierlich verläuft, unabhängig davon, ob überhaupt Eier ausgestoßen werden können oder nicht. Der Vorgang der Eiablage kann — wie bei vielen anderen parasitischen Hymenopteren — nur durch ganz spezifische Reizkombinationen ausgelöst werden, welche für ihre Wirte charakteristisch sind. Wirtemangel schließt eine Eiablage daher aus und die Ovariolen durchlaufen eine Krise, während welcher der Eidruck übermäßig steigt und wahrscheinlich als Reaktion auf diese Überspannung eine Auflösung des Dotters einsetzt, wobei die ältesten Eier endgültig zusammengepreßt und resorbiert werden. Diese Eiresorption läßt sich regelmäßig bei gefangenen Tieren

beobachten, sofern man ihnen mehrere Tage keine Wirtspuppen verabfolgt. Doch auch in der Pflanzung gesammelte Individuen zeigen öfters diese Erscheinung — besonders wenn die Generationen von *Oreta carnea* scharf getrennt sind und sich die Hauptmasse noch nicht verpuppt hat oder wenn der Befall nur gering ist — und es muß angenommen werden, daß sie in irgendeiner Weise die Populationsbewegungen und damit die Wirksamkeit des Parasiten beeinflußt.

Über den zeitlichen Verlauf der Ovarialkrise liegen folgende, noch in Sumatra gesammelte Daten vor: Die Ovarien frischgeschlüpfter Wespen enthalten keine legereifen Eier, sondern nur Eianlagen. Nach 6—8 Tagen zeigen die Ovariolen mit Honig gefütterter Tiere die Höchstzahl von 2—3 Eiern, welche am Grunde oft zusammengedrängt sind. Am 8.—12. Tage beginnt eine Resorption der erstgebildeten Eier und später können auch noch die 2. und 3. Eier in jeder Ovariole aufgelöst werden. Gleichzeitig mit dem Schwund der Fettlappen im Abdomen tritt eine Verlangsamung und schließlich eine Unterbrechung im Eiwachstum ein, so daß vom 14. Tage an jede Ovariole durchschnittlich nur noch ein einziges legereifes Ei enthält. Bei 30 Tage alten Tieren findet man regelmäßig eine weite Lücke zwischen entwickeltem Ei und der nächstfolgenden Eianlage, was auf einen völligen Wachstumsstillstand hindeutet.

Es muß nun auffallen, daß bei Zuchttieren die Legebereitschaft 3—6 Tage nach dem Schlüpfen, also wenn die Ovariolen normal mit Eiern gefüllt sind, so groß ist, daß vorgelegte Puppen von *Oreta carnea* sofort mit Eiern belegt werden und die Legetätigkeit auch weiterhin oft wochenlang anhält, daß jedoch Wespen, welche erst am 8. Tage oder noch später mit ihren Wirten zusammengebracht werden, sich den Puppen gegenüber sehr gleichgültig verhalten und meist nicht mehr zu Zuchtversuchen verwendet werden können. Die Ovarialkrise scheint demnach die Legebereitschaft stark herabzusetzen. Vielleicht bestimmt der Eidruck auf die Wandung der Ovariolen direkt das Verhalten dem Wirt gegenüber; die Auflösung der ersten Eifolge, welche eine bedeutende Entspannung der Ovariolen verursacht, vermindert gleichzeitig den Legedrang dermaßen, daß unter Laboratoriumsbedingungen keine Eiablage mehr zustande kommen kann.

Wie weit die Ovarialkrise auch rein mechanisch eine Eiablage unmöglich macht, ist schwer zu entscheiden, weil isolierte Wespen in diesem Stadium überhaupt keine Ablageversuche unternehmen. Hochgradig verkeilte oder deformierte und ineinandergepreßte Eier werden wohl allein durch peristaltische Kontraktion der Ovariolen nicht mehr voneinander gelöst und auch nicht durch den engen Ovidukt geschoben werden können. Die Ovarialkrise wird deshalb vorübergehend eine Eiablage unmöglich machen, oder wenn sie, was nicht selten auftritt, nicht alle Ovariolen gleichzeitig erfaßt, doch stark einschränken.

Proben aus der Pflanzung ergaben den Tatbestand, daß die Krise auch solche Ovarien erfassen kann, welche in allen Ovariolen schon große Corpora lutea aufweisen und deren Kelchepithel durchstoßen ist, was auf eine mehrfache Eiablage schließen läßt. Ökologisch betrachtet heißt das, daß unabhängig vom Alter der Wespen immer dann die Eiablage durch eine Ovarialkrise unmöglich gemacht oder vermindert wird, wenn sowieso wenig Wirte zur Verfügung stehen, d. h. der populationsdynamische Hemmungsfaktor „Raumwiderstand" wird durch einen organisch bedingten Faktor noch verschärft.

Für die Arbeiterinnen sozialer Hymenopteren, welche im allgemeinen beim Übergang vom Innen- zum Außendienst in ihren Ovarien Resorptionserscheinungen aufweisen, nimmt Harms (1926) an, daß die Auflösung der Eier und Eianlagen inkretorisch, stoffwechselfördernd wirke und damit die Vitalität der betroffenen Tiere steigere. Eine solche Vitalitätszunahme wäre für Parasiten, die infolge Wirtsmangels Eier resorbieren müssen, sehr bedeutungsvoll, doch fehlen bis heute Beobachtungen in dieser Richtung. Andere Autoren halten die erhöhte Aktivität der Außendiensttiere für den auslösenden Faktor der Eiresorption, d. h. die Eier und Eianlagen sollen, wie der Fettkörper, je nach Bedarf abgebaut werden.

Bei *Brachymeria euploeae* kommt eine Eiresorption aus Nahrungsmangel weniger in Frage, denn sie beginnt auch bei Tieren mit wohlausgebildetem Fettkörper, während bei älteren Tieren, die nie mit einem Wirt in Berührung gekommen sind und nur noch über geringe oder keine Reservestoffe verfügen, das Eiwachstum und damit auch die Eiresorption eingeschränkt wird. Durch Flüssigkeitsentnahme aus angestochenen Wirtspuppen führen sich die Wespen die nötige Eiweiß- und Fettnahrung zu und produzieren auch später fortlaufend Eier, meist ohne die Fettkörper völlig abzubauen. Sie sind damit jederzeit, sobald Wirte fehlen, einer Ovarialkrise unterworfen. Doch sind unter Zuchtbedingungen jene Fälle häufig, wo die maximale Füllung der Ovariolen mit einem völligen Abbau des Fettkörpers zeitlich zusammenfällt und es ist dann bei Betrachtung eines Einzelfalles schwer zu entscheiden, ob nun der übermäßige Eidruck in den Ovariolen oder der Mangel an Reservestoffen die Eiresorption auslöse; um einen Nahrungsmangel überhaupt kann es sich auch hier nicht handeln, weil solche Versuchstiere regelmäßig Honig aufnehmen.

Obwohl der Fettkörperschwund für die Auslösung der Eiresorption nicht verantwortlich gemacht werden darf, ist zu bedenken, daß sich die Wespe durch die Eiauflösung hochwertige Stoffe wieder zuführt und sie noch einmal dem Betriebsstoffwechsel zur Verfügung stellt. Sie kehrt damit zu jener Anfangsphase ihres imaginalen Lebens zurück, wo sie noch über keine reifen Eier, jedoch über bedeutende Stoffreserven in Form mächtig entwickelter Fettkörper verfügt. Sie verzichtet vorübergehend auf einen populationsdynamischen Eingriff in Form einer Eiablage zu-

gunsten einer Sicherstellung der eigenen Existenz. Dies ist unter tropischen Verhältnissen mit gesteigertem Stoffwechsel wichtig; gerade hier ist es für die Parasiten besonders schwierig, untätig eine günstige Ablagemöglichkeit abzuwarten, vor allem, wenn Nahrungsquellen in der Form von extrafloralen Nektarien nicht oder nur spärlich vorliegen.

Es wäre nun von Interesse im Hinblick auf die Praxis der biologischen Schädlingsbekämpfung, einheimische Parasiten bezüglich Eiresorption zu untersuchen. Vielleicht verläuft die Eibildung bei parasitischen Hymenopteren in unserem Klima geregelter und die Ovarialkrise ist eine Eigentümlichkeit tropischer Formen als Ausdruck erhöhter Lebensintensität und -kontinuität oder sie steht auch in Beziehung zu der bedeutenden Polyphagie von *Brachymeria euploeae*.

Literaturnachweis

Buchner, P. (1918), Die akzessorischen Kerne des Hymenoptereneies. Arch. f. mikrosk. Anat. XCI.

Deegener, P. (1928), Geschlechtsorgane. Schröder, Handbuch der Entomologie. Jena.

Depdolla, P. (1928), Die Keimzellenbildung und die Befruchtung bei den Insekten. Schröder, Handbuch der Entomologie. Jena.

Gatenby, J. (1920), On the origin and probable constitution of the germ-cell determinant of Apanteles glomeratus. Quart. J. micr. Sc. N. S. 64.

Groß, J. (1903), Untersuchungen über die Histologie des Insektenovariums. Zool. Jahrb., Abt. Anat. XVIII.

Hanna, A. (1934), The male and female genitalia and the biology of Euchalcidia caryobori. Trans. R. ent. Soc. London 82.

Harms, J. (1926), Körper und Keimzellen. Berlin.

Hegner, R. (1915), Studies on germ-cells IV. Protoplasmatic differentiation in the oocytes of certain Hymenoptera. Journ. Morph. 26.

Hirschler, J. (1928), Embryogenese der Insekten. Schröder, Handbuch der Entomologie. Jena.

Hüsing, J., und Ulrich, W. (1939), Untersuchungen über das Ovar der Arbeiterinnen von Apis mellifica. Verh. VII. Intern. Kongr. f. Entom.

Mollison, T. (1904), Die ernährende Tätigkeit des Follikelepithels im Ovarium von Melolontha vulgaris. Ztschr. f. wiss. Zool. LXXVII.

Paulcke, W. (1901), Über die Differenzierung der Zellelemente im Ovar der Bienenkönigin. Zool. Jahrb. Abt. Anat. XIV.

Schneider, F. (1939), Ein Vergleich von Urwald und Monokultur in bezug auf ihre Gefährdung durch phytophage Insekten, auf Grund einiger Beobachtungen an der Ostküste von Sumatra. Schweiz. Ztschr. f. Forstwesen, Heft 2/3.

— — (1940), Schadinsekten und ihre Bekämpfung in ostindischen Gambirkulturen. Mittl. d. Schweiz. Entom. Ges. XVIII.

Weyer, F. (1938), Untersuchungen über die Keimdrüsen bei Hymenopteren-Arbeiterinnen. Ztschr. f. wiss. Zool. 131.

Welche Einwände werden gegen das Kontinuitätsprinzip in der Nomenklatur erhoben?

Von

Franz Heikertinger, Wien

Geheimrat Prof. Escherich hat meine kürzlich in dieser Zeitschrift erschienene Arbeit „Wie das Prioritätsprinzip die Arbeit des Zoologen erschwert" zum Ausgangspunkt einer Aktion gegen das Namenändern in der Zoologie genommen. Im Namen der guten Sache gebe ich meiner aufrichtigen Freude darüber Ausdruck. Die Frage mußte endlich einmal ins Rollen kommen, je eher desto besser; jeder Tag droht mit neuen Zerstörungen. Da ich bei der Niederschrift meiner Arbeit jedoch keine Kenntnis von dieser Wendung in die breiteste Öffentlichkeit hatte, fehlt darin so manches, das in einem für werbende Zwecke bestimmten Aufruf erörtert werden müßte. Insbesondere fehlen darin die Antworten auf eine Anzahl naheliegender Einwände, die gegen meine Darlegungen erhoben werden könnten und wohl auch von einzelnen erhoben werden. Ich möchte im folgenden die wesentlichsten dieser Einwände, soweit sie mir bekannt geworden sind oder ich sie voraussehen kann, kurz beleuchten, und habe nur eine Bitte: Jene, die Einwände erheben zu müssen glauben, möchten vorerst die folgenden Darlegungen ruhig lesen und überdenkend werten.

Vorausschicken möchte ich einige Worte über die Aktion selbst, soweit ich nach aufklärenden Äußerungen Prof. Escherichs darüber unterrichtet bin.

Es handelt sich keineswegs, wie mancher Zoologe vielleicht zu glauben geneigt ist, um einen die angewandte Zoologie allein angehenden Schritt, auch um nichts, das die Nomenklatur der Praxis irgendwie in Gegensatz zur Nomenklatur der reinen Systematik bringen soll. Ich bin aus der Schule der reinen Systematik hervorgegangen, sie ist mein Hauptarbeitsfeld geblieben und ich hatte in mehr als dreißigjähriger Tätigkeit Gelegenheit, ihre Bedürfnisse gründlich kennen zu lernen. Und auf Grund eigener Erfahrung darf ich feststellen: Gerade die reine Systematik ist es, die der Befreiung von dem Alpdruck des überspannten Prioritätsprinzips dringend bedarf. Der Systematiker soll endlich in die Lage kommen, seine Zeit und Arbeitskraft ungehindert dem

Studium der Tiere selbst, ihrer Beschreibung und Klassifizierung zu widmen, anstatt — sofern er gewissenhaft arbeiten will — einen Großteil seiner Mühe auf ein archäologisches Namensuchen in längst unbrauchbar gewordenen Büchern zu verwenden und seinen Geist an nomenklatorischen Zweifeln wund zu stoßen. Ich selbst habe das am eigenen Leibe bitter genug empfunden. In allen Tierordnungen liegen weite Gebiete brach und unbearbeitet, weil die Spezialisten fehlen, und sie fehlen nicht zuletzt deshalb, weil ihnen die Arbeit unnötig erschwert und verekelt wird.

Die angewandten Disziplinen der Zoologie könnten sich im äußersten Notfalle mit Listen der wichtigsten in ihr Arbeitsgebiet fallenden Tiernamen behelfen, die sie einfach unbeirrt weiter verwenden, um ihre Verständigungsmittel unangetastet zu behalten. Der reinen Systematik ist mit solchen Behelfen nicht gedient. Sie bedarf eines Systems, das — selbständig und nicht erst durch endlose Ausnahmensetzung — jeden Tiernamen vor unnötiger Zerstörung schützt. Wenn die gegenwärtige Aktion daher auch von den an feststehenden Namen in erster Linie interessierten angewandten Disziplinen ausgeht, so ist sie darum doch nicht minder eine Angelegenheit auch der reinen Systematik. Reine Systematik und angewandte Zoologie stehen heute auf gleicher Stufe, müssen mit den gleichen streng wissenschaftlichen Tiernamen arbeiten; eine Trennung wäre für beide verderblich.

Weiter muß betont werden, daß es sich bei der Aktion nicht darum handelt, gegen die heute gültigen Nomenklaturregeln aufzutreten, sondern nur darum, vorläufige dringende Notmaßnahmen zu treffen, die nur so lange gelten sollen, bis die von fast allen Zoologen geforderten, derzeit aber wegen Unerreichbarkeit einer internationalen Nomenklaturkommission undurchführbaren notwendigen Reformen der Regeln realisierbar sind. Diese vorläufigen Notmaßnahmen betreffen zwei Punkte.

Bekanntlich ist es — wenn auch in schwerfälliger Umständlichkeit — auch im Rahmen der heute gültigen Regeln möglich, Ausnahmen vom Prioritätsprinzip zu beantragen, die von der Kommission zugestanden werden können. Da man nun von keinem neugefundenen prioritätsberechtigten Namen wissen kann, ob er nicht der Kommission mit einem Ausnahmeansuchen vorgelegt und von dieser als Ausnahme bestätigt wird, empfiehlt es sich, vorläufig jede nichtsachlich unbedingt notwendige Namenänderung in Schwebe zu belassen. Denn auch der strengste Prioritätsanhänger wird mir zugeben müssen, daß es unzweckmäßig wäre, einen neugefundenen Namen sofort in Verwendung zu nehmen, fünf oder zehn Jahre zu gebrauchen, und dann doch über Kommissionsbeschluß wieder zu dem alten Namen zurückzukehren. Um eine solche unnötige Verwirrung zu vermeiden, ist es besser, mit dem Namenändern vorläufig zuzuwarten. Das tut niemandem weh, stellt keine Auflehnung gegen die Regeln dar; diesem Vorschlag kann, wenn er es gründlich überdenkt, auch jeder

treue Anhänger der Priorität unbedenklich zustimmen. Es ist nichts verlangt, was nicht als klug und zweckmäßig bezeichnet werden müßte.

Das ist der erste und wichtigste Punkt der Aktion. Er hat Allgemeingültigkeit. Sein Sinn ist: Vorläufige Stillegung aller nicht sachlich unbedingt notwendigen Änderungen. So lange, bis regelrecht entschieden werden kann.

Der zweite Punkt ist von minderer Wichtigkeit und betrifft nicht mehr die Allgemeinheit, sondern nur die angewandten Disziplinen allein.

Wäre das Prinzip der Kontinuität, d. h. des Nichtänderndürfens gebräuchlicher Namen, seit jeher in Geltung gewesen, so besäßen wir heute in der Tat nur einen einzigen, einheitlich gebrauchten Namen für jedes Tier. Durch die Wirksamkeit der Prioritätsregel aber führen ungezählte Tierarten heute zwei, manche sogar drei Namen, die vielfach nebeneinander verwendet werden, weil nicht selten selbst die Spezialfachleute uneinig sind und der Außenstehende überhaupt nicht weiß, woran und an wen er sich zu halten hat. Das sind nicht nur beschämende, sondern auch praktisch unleidliche Zustände. Um diesen abzuhelfen, um dem außenstehenden angewandt arbeitenden Zoologen einen Rat zu geben, welcher Name am zweckmäßigsten zu verwenden sei, damit er von allen Fachgenossen am besten und sichersten verstanden werde — Namen sind ja Verständigungsmittel, sonst nichts —, soll eine aus Fachleuten bestehende Kommission gebildet werden. Ihre Entscheidung soll gleichfalls nur eine vorläufige, bis zur Möglichkeit anderer Regelung gültige sein. Keinesfalls sollen damit für irgend jemanden, am wenigsten für den reinen Systematiker, Vorschriften erlassen sein. Dieser Teil der Aktion berührt ihn nicht, und darum kann er auch diesem Punkt zustimmen, bzw. sich als Unbeteiligter mit ihm abfinden. Es ist mithin auch für Andersdenkende kein Grund gegeben, über irgendeinen Teil der Aktion beunruhigt oder mißgestimmt zu sein. Dies zu betonen schien mir wichtig. Nun zu den Einwänden.

Wenn wir uns in die zoologisch-nomenklatorische Literatur vertiefen, fällt uns eine sehr verwunderliche Tatsache auf: Es ist nirgends zwischen Wichtigem und Unwichtigem unterschieden. Die Regeln selbst und die zusätzlichen „Opinions“ der Kommission vertiefen sich vielfach in entfernte Möglichkeiten, in seltene Ausnahmefälle, die dem arbeitenden Systematiker in Wirklichkeit kaum je begegnen. Diskussionen in Zeitschriften drehen sich seitenlang um den Namen eines Wurmes oder Krebstieres, das nur dem engsten Fachmann bekannt ist und von dem es ziemlich gleichgültig ist, wie es bisher genannt wurde und fürderhin genannt wird. Zu gleicher Zeit aber, da diese halben oder ganzen Belanglosigkeiten breit ausgesponnen werden, fallen Hunderte und aber Hunderte der aller Welt geläufigen Namen bekanntester Tiere, werden verändert, vertauscht, verwirrt, ohne daß nur ein Wort darüber gesprochen oder gedruckt würde. Man mag einwenden, ein gutes Gesetz müßte auch dem kleinsten Fall Genüge tun. Gewiß, aber wenn

über der Ordnung des Kleinsten die Ordnung des Größten, Wichtigsten verloren geht, dann ist das Gesetz schlecht.

Das Kontinuitätsprinzip nun faßt, im Gegensatz zu dem eben geschilderten Zustand, in erster Linie klar den Schutz des Wichtigsten ins Auge. Durch ein einfaches Verbot verhindert es zuverlässig die unnötige Zerstörung aller, somit auch der wirklich wichtigen Tiernamen. Das ist ein Ziel, das jeder Einsichtsvolle, gleichgültig welcher Meinung er ansonsten sein mag, als erstrebenswert anerkennen muß. Es kann sich daher nur um die weitere Frage handeln: Erreicht das Kontinuitätsprinzip dieses Ziel auch wirklich? Braucht es nicht doch das Prioritätsprinzip hierzu?

Wenn festgelegt wird: Alle heute gebräuchlichen Namen dürfen nur dann geändert werden, sobald dies aus sachlichen Gründen unbedingt notwendig ist, sobald ein Nichtändern die heutigen Verständigungsmittel ernstlich in Unklarheit bringen würde — dann möge man mir zeigen, in welchem Punkte und aus welchem Grunde diese Formel das gesteckte Ziel nicht erreicht. In der Tat sichert das einfache Änderungsverbot die Einheitlichkeit jedes Namens für unbegrenzte Zeiten. Anderseits wird kein Prioritätsverfechter leugnen können, daß das Prioritätsprinzip in diesem wichtigsten Punkte versagt. Dieses Prinzip kann nicht verhindern, daß jeder heute noch einheitlich gültige Tiername morgen von einem älteren und übermorgen von einem noch älteren gestürzt werden kann. Der Vorzug des Kontinuitätsprinzips in diesem wichtigsten aller Punkte liegt so klar, daß sich jede Diskussion darüber erübrigt. Gegen diesen Hauptpunkt des Prinzips ist auch keine Einwendung erhoben worden.

Die Einwände betreffen durchaus eine Nebenfrage, zu deren Lösung das Kontinuitätsprinzip im Grunde gar nicht verpflichtet ist, weil es nicht daran Schuld trägt. Wäre nämlich das Kontinuitätsprinzip an Stelle des Prioriätsprinzips bisher in Geltung gewesen, so würde es heute für jede Tierart nur einen einzigen einheitlich gebräuchlichen Namen vorfinden, den es nur in seinen Schutz zu nehmen brauchte. Durch die verderbliche Wirksamkeit des Prioritätsprinzips jedoch findet es anstatt dieser einfachen Ordnung eine verwirrende Mehrnamigkeit vor, die erst in Ordnung gebracht werden muß, ehe der in Zukunft einheitlich gültige Name in Schutz genommen werden kann. Das Kontinuitätsprinzip muß also vorerst die Fehler des Prioritätsprinzips wieder gutmachen, das angerichtete Wirrsal in Ordnung bringen, ehe es mit seiner Wirksamkeit einsetzen kann.

Es handelt sich hier klärlich um eine einmalige, vorübergehende Aufgabe, die sich in Zukunft nicht mehr wiederholen kann, da sich bei Geltung des Kontinuitätsprinzips solche Fälle nicht mehr ergeben können.

Daß das Kontinuitätsprinzip mit seiner Formel diese einmalige, ihr vom Prioritätsprinzip aufgebürdete Aufgabe nun auch befriedigend lösen könne, daran hegen manche Systematiker Zweifel. Mit vollem Recht

führt man an, daß es bei dem derzeitigen Stand der Zweinamigkeit schwierig, ja vielfach unmöglich ist, mit Sicherheit zu entscheiden, welcher von zwei konkurrierenden Namen der „gebräuchlichere" ist. Der neue Name kann seit zehn, zwanzig, dreißig oder mehr Jahren in Verwendung oder Mitverwendung stehen, kann in heute maßgebende Monographien und Handbücher Eingang gefunden haben — wer will entscheiden, ob er den alten Namen an „Gebräuchlichkeit" nicht schon überflügelt hat? Man besorgt, daß aus dieser grundsätzlichen Unsicherheit neuerlich Uneinigkeit hervorgehen müßte, man zögert, sich den strittigen Unklarheiten eines neuen, fremden Systems anzuvertrauen, und beschließt, trotz der offenkundigen schweren Mängel doch bei dem vertrauten Prioritätsprinzip zu bleiben.

Alle diese Überlegungen sind durchaus verständlich. Aber sie beruhen auf einer Verkennung des Geistes des neuen Prinzips. Dieses Prinzip hat nur die große Sicherung der Zukunft im Auge. Jedes Streiten um einen Einzelnamen, jedes justament Rechthabenwollen ist ihm fremd. Und so ist es für das Kontinuitätsprinzip auch ganz ohne Belang, in welcher Weise das vom Prioritätsprinzip nun einmal angerichtete, nicht mehr rückgängig zu machende Unheil eingerenkt wird. Liegen zwei Namen vor, die beide als heute gebräuchlich bezeichnet werden müssen oder können, so wähle man getrost den prioritätsberechtigten als gültig. Im Grunde ist jeder Name gleich gut. Dem Kontinuitätsprinzip ist nicht darum zu tun, diesen oder jenen spitzfindig als allein berechtigt hinzustellen. Es will nichts als Klarheit darüber, welchen der Namen es in Hinkunft als den allein gültigen in seinen Schutz zu nehmen hat. Nur eines, das wirklich Wichtige, muß für alle Zukunft verhindert werden: daß ein einheitlich allein gebräuchlicher Name von einem bisher gar nicht gebräuchlich gewesenen Namen verdrängt werde. Das und nur das ist das wirklich Zerstörende in der Nomenklatur. Ob von zwei wirklich in Gebrauch stehenden Namen dieser oder jener vorgezogen wird, ist völlig gleichgültig.

Ich will zugeben, daß es für den an den rechthaberischen Streitgeist des Prioritätsprinzips gewöhnten Zoologen nicht ganz leicht ist, sich in das völlig andere Wesen des neuen Prinzips zu finden, sich von dem — vermeintlichen — Rechtsbegriffe des Prioritätsprinzips auf den reinen Zweckmäßigkeitsbegriff des Kontinuitätsprinzips umzustellen. Und hier glaube ich sogar an die Herren im eigenen Lager eine dringende Bitte richten zu sollen: Nicht um einen Namen zu streiten beginnen! Lieber nachgeben, wenn begründete Zweifel vorliegen.

Der Zoologe aber, der diesen Erläuterungen vorurteilslos gefolgt ist, wird zugestehen müssen, daß der Einwand, „Gebräuchlichkeit" sei kein sicheres Maß für einheitliche Entscheidungen, das eigentliche Wesen des Kontinuitätsprinzips nicht berührt. In dessen Rahmen werden sich später nur noch Fälle finden, in denen ein Urteil über die Gebräuchlichkeit von jedem Kenner leicht und sicher gefällt werden kann, und

deren Entscheidung ruhig dem Monographen überlassen werden kann, dem ja auch die weit wichtigere sachliche Entscheidung zusteht. Was jedoch die augenblicklich zu einer einmaligen Entscheidung vorliegenden Opfer des Prioritätsprinzips anbelangt, so besteht das Kontinuitätsprinzip gar nicht darauf, daß diese Entscheidung nach seinen Grundsätzen erfolgen müsse. Das Kontinuitätsprinzip verlangt nur, daß ihm bei Antritt seiner Geltung gesagt werde, welcher von zwei heute konkurrierenden Namen in Hinkunft als der allein gültige unter Schutz zu nehmen sei.

In der Praxis wird es wohl am besten sein, diese einmalige Entscheidung überhaupt nicht als Prinzipien-, sondern als reine Zweckmäßigkeitsfrage zu behandeln. Soweit meine unmaßgebliche Meinung in Frage kommt, würde ich zu einem gemäßigten Mittelweg raten. Ist ein neuerer Name tatsächlich bereits in der heutigen Literatur in weiterem Ausmaß gang und gäbe geworden, so wird es schon aus Zweckmäßigkeitsgründen geraten sein, bei ihm zu verbleiben und nicht auf den alten Namen zurückzugreifen [1]). Namen aber, die noch nicht allgemeineres Gebrauchsgut geworden sind, die nur erst in einzelnen Werken und Katalogen gebraucht worden und dem arbeitenden Zoologen noch nicht geläufig, manchem vielleicht noch gar nicht bekannt sind, werden zweckmäßig durch die altvertrauten zu ersetzen sein. Ich denke da beispielsweise an Namen wie *Larvaevoridae* statt *Tachinidae*. Die Welt arbeitet heute noch mit Namen und Begriff *Tachinidae*; ich würde es für zweckmäßig halten, hierbei zu bleiben und den Namen *Larvaevoridae*, der allerdings auch schon mehrfach gebraucht ist, wieder fallen zu lassen. Er wird leichter vergessen und verschmerzt werden können als das viel tiefer eingegrabene *Tachinidae*. Mit diesem Fall hängt allerdings das Schicksal aller übrigen alten Meigenschen Fliegennamen zusammen. Auch da wäre ich dafür, zu den Namen zurückzukehren, die Meigen selbst einst als gültig setzte, indem er seine erste, ihn nicht befriedigende Arbeit verwarf. Aus dieser Verwerfung schon ergibt sich klar, daß das Prinzip der holzstarren Priorität damals nicht galt; es muß aber zu Verwirrung führen, wenn Prinzipien rückwirkend auf Zeiten angewendet werden, zu denen sie nicht gegolten haben. Der von meinem verewigten Freund Fr. Hendel eingeleitete bedauerliche Fliegennamen-Rummel wird bald vergessen sein [2]). Doch dies ist lediglich meine persönliche Meinung. Die Entscheidung ist in jedem Falle den Herren der Kommission anheimgestellt. Entscheiden sie anders, so wird es anders gelten. Nochmals: Kein rechthaberischer Streit! Jeder Name ist gleich gut; wesentlich ist nur, daß er fortab einheitlich gebraucht und nie mehr geändert wird. Dann besitzen wir in

---

[1]) Vergleiche die von mir in der vorangegangenen Arbeit dargelegten konkreten Fälle aus der Gruppe der Halticinen.

[2]) Es ist darauf hinzuweisen, daß diese völlig unnötigen Änderungen der Fliegennamen schon damals gegen den lebhaften Protest führender Dipterologen (Aldrich u. a.) durchgedrückt worden sind.

50 Jahren nur mehr einheitlich eingelebte, für immer feststehende Tiernamen.

Nur als persönliche Meinung möchte ich es auch aufgefaßt wissen, wenn ich im folgenden einige solcher Entscheidungsfälle kurz beleuchte. *Lophyrus* (Latr. 1802) mit der bekannten Art *pini* L. hat als neuen Namen *Diprion* Schrk. erhalten. Grund: Der Name *Lophyrus* ist schon früher (Poli 1791) einer anderen Gattung gegeben worden. Das kann allerdings als „sachlicher" Grund (Homonymie) angesehen werden; zwei gleiche Gattungsnamen im Tierreich würden zu Unklarheit und Verwechslungen Anlaß geben, deshalb muß einer fallen. Sieht man jedoch näher zu, so zeigt sich, daß die Gefahr einer Verwechslung in diesem Falle nicht gegeben ist. Der erstgegebene Name *Lophyrus* ist längst als ein altes Synonym unter einem anderen Gattungsnamen (*Chiton* L.) begraben. Ich würde mich nicht bedenken, über einen solchen belanglosen „sachlichen" Grund hinweg, trotzdem den Namen *Lophyrus* für die Blattwespe beizubehalten, wenn er bisher allein gebraucht ist. Da inzwischen aber auch der Name *Diprion* mehrfach in Gebrauch genommen worden ist, wird es der Kommission anheimgestellt bleiben, für welchen der Namen sie sich entscheidet. Über ihre Entscheidung keinen Streit!

Der Fall *Diprion* führt uns zur allgemeinen Frage, was als eine „sachlich unbedingt notwendige" Änderung anzusehen sei. Auch hier natürlich Streitgelegenheit in Fülle, wenn wir Rechthaberei betreiben wollen, leichtes Übereinkommen aber, wenn wir rein zweckmäßig vorgehen. Der ältere Name *Lophyrus* (eine Schnecke) ist, wie gesagt, ein längst vergessenes, ungebrauchtes Synonym zu einem anderen Namen (*Chiton* L.). In der Praxis wird er niemals zu Zweifeln oder Verwechslungen Anlaß geben. Deshalb ist die folgenschwere Verwerfung des neueren Namens *Lophyrus* (der Blattwespe) keine unbedingte Notwendigkeit. Wenn der Nomenklaturtheoretiker einwendet, der alte Name *Lophyrus* (für die Schnecke) könne wieder aufleben, dann ist ihm zu antworten: Das ist unter der Herrschaft des Kontinuitätsprinzips so gut wie ausgeschlossen; geschähe es aber dennoch, so wäre immer noch Zeit, durch Änderung eines der Namen — und zwar dann des nie gebräuchlich gewesenen — Abhilfe zu schaffen. Derselbe Monograph, der die Sache systematisch in Ordnung bringt, kann sie dann auch nomenklatorisch in Ordnung bringen. Es ist gelinde gesagt unzweckmäßig, um einer kaum je eintretenden Schwierigkeit wegen ein hundertfach größeres Unheil sofort anzurichten.

Ich kann auch nicht finden, daß der sachliche Widerspruch mit einer alten Beschreibung einen hinreichenden Grund abgeben sollte, eingelebte höchstwertige Verständigungsmittel zu zerstören. Meines Erachtens ist der seit hundert Jahren mit dem Namen verknüpfte klare Begriff das allein Wesentliche und Wertvolle; die alte Beschreibung ist gleichgültig. Um einige konkrete Beispiele zu geben: Der heute für eine Nonnentachine allgemein gebräuchliche Name *Parasetigena segre-*

gata Rond. war ursprünglich nicht dieser, sondern einer anderen Art vermeint gewesen. Muß er wirklich deshalb geändert werden? Die Nachtigall führte seit Menschengedenken ziemlich einhellig den Artnamen *luscinia* L. Nun fand ein Forscher, daß der von Linné einem schwedischen Vogel gegebene Name nicht die gar nicht in Schweden vorkommende Nachtigall, sondern nur den Sprosser betreffen könne, und prompt wurde der Name *Luscinia luscinia* L. auf den Sprosser übertragen, während die Nachtigall den Namen *Luscinia megarhyncha* Brehm (*Erithacus megarhynchos* Br.) annahm. Linné hat, wie ich in meinem vorangehenden Artikel dargelegt habe, die schädlichen Kohlerdflöhe biologisch eindeutig unter dem Namen *Chrysomela oleracea* gekennzeichnet. Der Name ist an eine andere, nicht kohlschädliche Art geraten, die ihn nun 150 Jahre lang zu Unrecht trägt. Soll er ihr nun weggenommen und auf die wirklich kohlschädliche *Phyllotreta nigripes* F. übertragen werden?

Ehe wir antworten, wollen wir einen Augenblick ruhig nachdenken, wollen uns erinnern, daß nicht hitzige, unbeugsame Schlagworte, sondern klare Zweckmäßigkeit unser Handeln in Nomenklaturdingen lenken soll. Vergegenwärtigen wir uns einen gleichen Fall aus dem Alltagsleben. Nehmen wir an, Zwillinge würden auf die Namen Hans und Peter getauft. Nach fünfzig Jahren, da beides reife Männer, Väter und Großväter geworden sind, stelle sich heraus, daß beide nach der Taufe verwechselt worden waren, daß also eigentlich Hans richtig Peter und Peter richtig Hans heißen müßte. Was wird nun geschehen? Werden beide wirklich nunmehr ihre Namen tauschen, werden alle Schriftstücke, Zeugnisse usw. dreier Generationen umgeschrieben, werden die Ämter und Behörden, bei denen sie geführt werden oder bei denen die Männer tätig sind, nun wirklich die Namen alle auswechseln? Und wenn es geschähe, würden nicht endlose Verwechslungen und Mißverständnisse im einzelnen die sichere Folge sein? Werden die Brüder überhaupt mit einem solchen Ansinnen an die Behörden herantreten? Werden sie nicht vielmehr sagen: Waren wir fünfzig Jahre lang Hans und Peter, so wollen wir es auch weiterhin bleiben. Die Namen in ihrer heutigen Verteilung haben vorbildlich ihre Dienste getan und werden sie auch in Hinkunft tun, sofern wir nicht an ihnen rühren. Was ursprünglich vermeint war, ist ja völlig gleichgültig. Und wenn wir den Fall dem Vater der Zwillinge vortrügen, würde er nicht lachend sagen: Aber das ist doch ganz gleichgültig, welcher von beiden diesen oder jenen Namen trägt; wir wollten ja bloß zur Unterscheidung einen von ihnen Hans und einen Peter nennen. Es wäre ja blanker Wahnsinn, einer an sich völlig gleichgültigen, folgenlosen Verwechslung wegen die heutige klare Ordnung in namenlose Schwierigkeiten und unlösbare Verwirrungen zu stürzen.

Und nun gebe man sich ehrlich Antwort, ob für die zoologische Nomenklatur, die ja nichts als ein zweckmäßiges Verständigungsmittel sein soll, nicht voll die gleichen Überlegungen gelten müssen, ob es nicht auch für sie völlig gleichgültig ist, was bei der ersten Namengebung ver-

meint war, gleichgültig, ob in fernster Vergangenheit eine längst begrabene, folgenlose Verwechslung steht oder nicht, ob in einer uralten, nie mehr befragten Originalbeschreibung etwas steht, das auf die heute unter dem Namen verstandene Art nicht zutrifft.

Ich weiß recht wohl, daß zu einer solchen Auffassung eine geistige Anpassungsfähigkeit gehört, die sich von der alten Rechthaberei der Prioritätslehre frei zu machen versteht, die sich umstellen kann. Aber ich vertraue auf die Einsicht der Zoologenschaft.

Von manchen Sachkundigen wird nun als Ausweg ein anderes Prinzip vorgeschlagen, nämlich das einer Liste der wichtigsten in der Praxis gebräuchlichen Namen, die als „Ausnahmen" außerhalb die Prioritätsregel gestellt werden sollen und nicht mehr geändert werden dürfen. Es ist dies der alte Vorschlag der „Nomina conservanda", über die bereits vor Jahrzehnten ein Verzeichnis aufgestellt und veröffentlicht worden ist [1]). Diese Form der Lösung erscheint auf den ersten Blick allerdings verlockend, insbesondere solange man glaubte, die Prioritätsregel trotz ihren offenkundigen Nachteilen nicht entbehren zu können und solange das unbegründete Mißtrauen gegen die Kontinuitätsregel die Gemüter beherrschte. Als Hilfsmittel für eine vorläufige Ordnung der derzeitigen Mehrnamigkeiten wird eine solche Liste auch ausgezeichnete Dienste tun; für eine endgültige Lösung des zoologischen Nomenklaturproblems aber ist sie ungeeignet.

Als erstes ist zu erinnern, daß eine solche Liste, sollte sie offizielle Gültigkeit erlangen, genau so wie jede, auch die grundlegendste Abänderung der Regeln an die Zustimmung des Internationalen Zoologenkongresses gebunden wäre. Als zweites ist darauf hinzuweisen, daß sie im schlechtesten Sinne des Wortes Flickwerk bleiben müßte. Es ist ein Armutszeugnis für eine Regel, wenn sie keine klare, einheitliche Formel finden kann, wenn sie die Aufrechterhaltung der Ordnung auf „Ausnahmen", auf die „Ausschaltung der Regel" stützen muß. Je mehr solcher „Ausnahmen" nötig sind, als desto schlechter erweist sich die Regel. Nun wird aber kein Einsichtiger leugnen können, daß die Liste der Nomina conservanda um so besser sein wird, je mehr Namen sie schützt. Die Güte der Liste ist also zugleich das Maß für die Ungüte der Regel. Aber auch wenn die Liste zu einem Buch mit tausend Seiten anwüchse, könnte sie niemals alle, auch alle künftigen, Tiernamen vor dem möglichen zerstörenden Zugriff der Priorität schützen. Wenn es aber als gut und empfehlenswert anerkannt wird, etliche hundert oder tausend Tiernamen zu schützen, ist es dann nicht noch viel besser und noch viel empfehlenswerter, in gleicher Weise gleich alle Tiernamen zu schützen? Insbesondere dann, wenn dies mit gleicher Sicherheit und mit unvergleichlich weniger Mühe geschehen kann. Man denke doch

[1]) Nomina conservanda. Unter Mitwirkung zahlreicher Spezialisten herausgegeben von Prof. C. Apstein. Sitzungsber. Ges. Naturforsch. Freunde Berlin Jahrg. 1915, Nr. 5, S. 119—202. In Kommission bei R. Friedländer & Sohn, Berlin.

einen Augenblick darüber nach: Was ist denn das Kontinuitätsprinzip anders als eine auf alle Tiernamen ausgedehnte Liste der „Nomina conservanda"? Nur daß es mit einem einzigen einfachen Satze unvergleichlich mehr leistet als eine solche Liste, bei deren Anlage sicherlich wieder ausgiebig gestritten würde und die immer wieder unter Streit ergänzt und vermehrt werden müßte. Hat es wirklich Sinn, den Schutz von hundert oder tausend Namen für segensreich zu halten, alle übrigen Hunderttausende von Namen des Tierreichs aber ohne Grund als Spielball in den Händen der starren Priorität zu belassen, wenn alle diese übrigen Namen nach genau derselben Formel ebenso geschützt werden können?

Eine solche Einstellung hatte nur so lange Sinn, als man schwere Einwände gegen die Annahme des Kontinuitätsprinzips zu haben glaubte. Solche bestehen jedoch, wie oben gezeigt wurde, in keiner Weise. Nach dieser Klarlegung besteht daher in der Tat kein Hindernis, der mühseligen, enggefaßten Liste der Nomina conservanda die einfache, alles umfassende Gestalt des Kontinuitätsprinzips zu geben, d. h., statt zu sagen: Die in dieser Liste genannten gebräuchlichen Tiernamen sollen nicht mehr geändert werden, einfach zu sagen: überhaupt kein gebräuchlicher Tiername soll mehr geändert werden. Welcher Zoologe wüßte ein wirkliches stichhaltiges Gegenargument? Wer eine Liste der Nomina conservanda annehmen kann, der kann auch das auf genau derselben Grundlage ruhende Kontinuitätsprinzip annehmen.

Es ist nur die Anlage einer Liste nötig, nämlich der der Entscheidungen, welcher von zwei heute konkurrierenden Namen der künftig allein zu verwendende sein soll. Das genügt.

Es mangelt mir an dieser Stelle der Raum, auf Einzelheiten der Arbeitsweise des Kontinuitätsprinzips näher einzugehen. Ich muß den Leser auf frühere meiner Arbeiten[1]) verweisen und ihn im übrigen bitten, mir Glauben zu schenken, wenn ich ihn nach dreißigjähriger Prüfung versichere: Alles, was das Prioritätsprinzip an wertvollen, stabilitätsichernden Eigenschaften besitzt, das besitzt das Kontinuitätsprinzip auch. Der Unterschied zwischen beiden liegt nur darin, daß das Kontinuitätsprinzip die Prioritätsformel in dem Augenblick fallen läßt, da sich diese Formel nicht mehr stabilitätfördernd, sondern offenkundig stabilitätszerstörend auswirkt. Das Kontinuitätsprinzip ist im Wesen nichts anderes als ein reformiertes, seiner unnötigen Härten entkleidetes Prioritätsprinzip.

Ganz kurz nur möchte ich noch einige andere, sachlich nicht gerechtfertigte Einwände berühren. So ist es selbstverständlich nicht

[1]) Zeitschr. angew. Ent. **5**, 1919, S. 301—313. — Zool. Anzeiger **58**, 1924, S. 115—131. — Verhandl. Zool.-Bot. Ges. Wien **73**, 1923, S. (182)—(186). — Entom. Mitteil. **13**, 1924, S. 109/110. — Coleopt. Centralbl. **3**, 1929, S. 161—178. — Ber. IV. Internat. Congr. Ent. Ithaca 1928, II, S. 481—483. — Zool. Anzeiger **111**, 1935, S. 53—59. — Koleopt. Rundschau **21**, 1935, S. 145—149. — Ent. Rundschau **52**, 1935, S. 197—202.

richtig, daß das Kontinuitätsprinzip sich dem sachlich begründeten Fortschritt der Systematik irgendwie hindernd entgegenstellen würde. Ich kenne die Forderungen und Bedürfnisse der strengen Systematik zu gut, um ihre Arbeit irgendwie zu stören. Selbstverständlich muß der Gattungsname eines Tieres geändert werden können, wenn sich die Notwendigkeit der Versetzung in eine andere Gattung oder die Aufstellung einer neuen Gattung ergibt. Selbstverständlich können zwei gleiche gültige Artnamen in derselben Gattung nicht aufrecht bleiben [1]), und was dergleichen berechtigte systematische Änderungsgründe mehr sind. Nur gegen die unnötigen, zur systematischen Klarheit des Namens nicht beitragenden Namenänderungen wendet sich das Kontinuitätsprinzip.

Manche Systematiker sind geneigt, das Nomenklaturwirrsal gar nicht so schlimm zu finden. Sie hätten sich immer noch ganz gut zurechtgefunden. Darauf ist zu antworten, daß dieses Wirrsal in der Tat nur für den besteht, der durch die Art seiner Arbeit genötigt ist, mit zahlreichen Namen aus den verschiedensten Tiergruppen, in deren Systematik er nicht immer tiefer eindringen kann, zu arbeiten. Für den reinen Systematiker, der ein Leben lang auf einem begrenzten Arbeitsgebiete tätig ist, besteht ein Nomenklaturwirrsal überhaupt nicht. Er kann auf dem ihm vertrauten Gebiete die Änderungen mit Leichtigkeit überblicken und ohne Mühe im Gedächtnis behalten. Das erklärt ohne weiteres die Verschiedenheit des Urteils.

Ein früher gern gebrauchter Einwand war der, es lohne sich jetzt, da die hauptsächlichen Namenänderungen bereits überstanden und verschmerzt seien, und der zoologischen Nomenklatur nunmehr eine Periode der Ruhe und Ordnung bevorstehe, überhaupt nicht mehr, nach einem anderen, besseren System Ausschau zu halten. Der fundamentale Irrtum, der dieser Anschauung zugrunde liegt, ist heute den halbwegs Eingeweihten bereits offenkundig geworden. Nicht am Ende der Änderungen, sondern erst am Anfang derselben stehen wir, und was kommen wird, wenn erst der Systematiker der Zukunft mit genauer Kenntnis der verschiedenen Artikel derNomenklaturregeln zielklar auf „Prioritätsforschung" ausgeht, das wird alles Bisherige weit in den Schatten stellen. Das haben mir genaue Kenner der Verhältnisse, Prioritätsanhänger, zustimmend bestätigt. Ich habe dies auch an einer längeren Reihe von Beispielen aus meinem eigenen Spezialarbeitsgebiete dargelegt und kann und werde noch eine Reihe weiterer Beispiele vorführen. Es ist ein folgenschwerer Irrtum, von einem Ende dort zu sprechen, wo der Eingeweihte weiß, daß wir kaum am Anfang stehen.

Ich glaube, mit dem Voranstehenden die wesentlichsten allfälligen Unklarheiten behoben und mögliche Einwände beantwortet zu haben. Ich möchte damit auch den in die nomenklatorischen Probleme nicht

[1]) Derartige auf grundlegenden Mißverständnissen beruhende, völlig unbegründete Einwände hat H. Karny (Ent. Mitt. **12**, 1923, S. 168—198) vorgebracht. Ihre Widerlegung findet sich in meiner Antwort (Zool. Anzeiger **58**, 1924, S. 115—131).

näher Eingeweihten in die Lage versetzen, auf Einwendungen Rede und Antwort stehen zu können. Ich bin überdies jederzeit gerne bereit, über Einzelheiten des Kontinuitätssystems nähere Auskunft zu geben und bitte jene, die Schwierigkeiten zu sehen glauben, sich zur Klärung dieser vorerst an mich zu wenden.

Zusammenfassung

1. Die eingeleitete Aktion verfolgt zwei Ziele. Ein allgemeines: Alle nicht aus sachlich-systematischen Gründen unbedingt notwendigen Namenänderungen sollen vorläufig unterlassen werden. Und ein spezielles: Den auf einem angewandt-zoologischen Gebiete tätigen Kollegen zu raten, welcher von zwei heute konkurrierenden Namen sich im Interesse der Verständigung besser zur praktischen Verwendung eignet. Die Entscheidungen sollen nur vorläufigen Charakter haben und so lange gelten, bis eine zweckmäßige Ordnung der Nomenklatur auf anderem Wege möglich sein wird. Jeder Zoologe, der sich der Einsicht in die Zweckmäßigkeit dieser Vorschläge nicht verschließt, kann ihnen bedenkenlos zustimmen. Bindende Vorschriften werden niemandem gemacht.

2. Der Haupteinwand gegen das Prinzip der Kontinuität lautet: Es gibt zahlreiche Fälle, in denen heute für ein Tier zwei Namen gebraucht werden, ohne daß mit Sicherheit zu entscheiden wäre, welcher von diesen der „gebräuchlichere" ist. Hier könne nur das Prioritätsprinzip eindeutig-klare Entscheidung bringen. Antwort: Solche Fälle wird es bei Geltung des Kontinuitätsprinzips nicht mehr geben. Die derzeit vorhandenen sind lediglich die unseligen Auswirkungen des bisher in Geltung gewesenen Prioritätsprinzips. Sie müssen einmalig entschieden und damit endgültig aus der Welt geschafft werden. Ob diese einmalige Entscheidung nach dem Kontinuitätsprinzip oder nach einem anderen Prinzip getroffen wird, ist im Grunde gleichgültig. Am besten wird nach einem einfachen Zweckmäßigkeitsprinzip entschieden werden. Dieser Einwand trifft daher nicht das Wesen des Kontinuitätsprinzips.

3. Von mancher Seite wird als Abhilfe eine Liste von Namen empfohlen, die nicht mehr geändert werden dürfen (Nomina conservanda). Wenn es aber gut und zweckmäßig ist, eine Anzahl gebräuchlicher Namen zu schützen, so ist es noch besser und noch zweckmäßiger, mit einer viel einfacheren Formel alle gebräuchlichen Namen zu schützen. Das Kontinuitätsprinzip ist nichts als eine zweckmäßig auf alle Tiernamen ausgedehnte Liste der Nomina conservanda.

4. Das Kontinuitätsprinzip besitzt alle wertvollen, stabilitätsichernden Eigenschaften des Prioritätsprinzips. Es weicht von ihm nur dort ab, wo sich das Prioritätsprinzip stabilitätenzerstörend auswirkt. Es ist im Wesen nichts als ein seiner sinnlosen Härten entkleidetes Prioritätsprinzip.

Über die Bewertung der Mortalitätsfaktoren beim Massenwechsel von Schadinsekten

Von

Ernst Janisch, Berlin-Dahlem

(Mit 6 Abbildungen)

Das Massenwechselproblem der Schadinsekten stellt die Pflanzenschutzforschung vor eine Fülle von Aufgaben, die vor allem physiologischer Natur sind. Wenn man früher geglaubt hat, daß eine Reihe von Beobachtungen z. B. in Massenvermehrungsgebieten forstlicher Großschädlinge ausreichen würde, das Problem des Massenwechsels einer Lösung zuzuführen, so weiß man heute, daß zwar gewisse praktische Erkenntnisse für die Bekämpfung solcher Schädlinge durch die einfache Beobachtung der von der Natur freiwillig gebotenen Erscheinungen erarbeitet werden können, daß aber das Wesen des Massenwechsels nur durch Zuhilfenahme des exakten physiologischen Experimentes ausfindig gemacht werden kann. Derartige Experimente erstrecken sich nicht nur auf die im Freiland natürlich gegebenen Verhältnisse, sondern haben sich auch auf gestellte Bedingungen im Freiland und im Laboratorium auszudehnen, bei denen die in der freien Natur gemeinsam einwirkenden Faktoren einzeln konstant gehalten, für sich variiert und damit in ihrer Wirkungsart erkannt und quantitativ gewertet werden können. Sehr wesentlich ist dabei die Reaktionsweise der einzelnen Schädlinge, die je nach ihren physiologischen Eigenschaften auf die einzelnen Umweltfaktoren, wie z. B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Nahrung, Hunger, verschieden reagieren. Diese Reaktionsweise, die Lebensgrenzen, die Optima der einzelnen Umweltfaktoren ausfindig zu machen, ist eine wesentliche Aufgabe des Experiments. Das Verhalten im Freiland ist nur eine Folge dieser erblich bedingten Reaktionsweise und im einzelnen in den verschiedenen Erscheinungsformen nur zu verstehen, wenn die physiologischen Eigenschaften der Schädlinge und auch der Nützlinge, wie Parasiten, Räuber, Krankheitserreger, bekannt sind.

Eine Frage, die stets im Vordergrund gestanden hat, ist die nach den Ursachen der Massenvermehrung bzw. nach den Faktoren, die in normalen Zeiten eine Massenvermehrung verhindern. Es ist durchaus verständlich, daß man zunächst an die Faktoren dachte, die beim Zusammenbruch von Kalamitäten deutlich sichtbar in Erscheinung treten, z. B. an Vögel und andere Räuber, die sich in Massenvermehrungs-

gebieten ansammeln, an Parasiten, die im Gefolge der Massenvermehrung ihrer Wirte sich ebenfalls stark vermehren, oder an Krankheiten, die eine Kalamität schnell zum Abklingen bringen, wie die Polyedrie der Nonne oder gewisse Pilzkrankheiten, die deutlich erkennbar große Mengen von Forstinsekten im Winterlager abtöten. In anderen Fällen wurden Zusammenhänge mit den klimatischen Verhältnissen und Witterungsfaktoren erkannt, die dann ganz allgemein für das Aufkommen oder die Verhinderung von Massenvermehrungen verantwortlich gemacht wurden.

Die Wertung aber, welche den einzelnen Faktoren zuteil wurde, war sehr verschieden. Die Auffälligkeit des Auftretens z. B. von Vögeln und Parasiten im Höhepunkt und beim Abklingen der Kalamität führte oft zu einer starken Überbewertung dieser Faktoren und zu der Schlußfolgerung, daß sie auch beim Nichteintreten von Massenvermehrungen die regulierenden Bestandteile der Biocönose seien. Einzelne Feinde wurden dann oft als hauptsächlich wirksam herausgestellt, und es wurde die Auffassung vertreten, daß der Schutz dieser Tiere oder ihre künstliche Ansiedelung genüge, von sich aus ohne weiteres das Aufkommen von Schädlingskalamitäten zu verhindern. So sagt z. B. Gößwald (1939, S. 2): „Ihre größten Feinde aber haben die Schadinsekten in der eigenen Tierfamilie, und zwar in den Ameisen, die bei natürlicher guter Besiedlung des Waldes jede Kalamität unterdrücken können."

Gerade die rote Waldameise ist ein Beispiel dafür, wie stark die Meinungen über die Wirksamkeit eines biotischen Faktors beim Massenwechsel von Schadinsekten auseinandergehen. Immer wieder werden Stimmen laut, die sich gegen die Rolle der roten Waldameise als absoluten Mortalitätsfaktor in dem eben gekennzeichneten Sinne erheben und sie zum Teil sogar durch die Tannenlaushege als indirekt schädlich hinstellen (z. B. Stäger 1924, 1939; Ploch 1939; de Lattin 1940). Oekland (nach Stäger 1939) berechnete z. B. den Verbrauch einer Ameisenkolonie an Blattlauszucker auf 10 kg in einem Sommer; das sei ein Verlust von ungefähr 60 g Zucker für jeden Baum und bedeute eine beachtliche Zuwachsminderung. Auf der anderen Seite wird der Nutzen der roten Waldameise als so eindeutig erwiesen angesehen, daß weitere Beweise unnötig erscheinen. Der Blattlausschaden wird demgegenüber als bedeutungslos hingestellt (Gößwald 1939). Solange es sich lediglich um eine Frage des Naturschutzes handelt, mag der Streit der Meinungen für das Massenwechselproblem als unwesentlich gelten, wenn aber das Fehlen der roten Waldameise allein verantwortlich für das Auftreten von Schädlingskalamitäten im Walde gemacht wird, ist damit eine Frage angeschnitten, die von grundsätzlicher Bedeutung für das Massenwechselproblem ist, weil dann nicht das Zusammenspiel vieler Faktoren, sondern nur ein einziger die Massenvermehrung ausschlaggebend bestimmt. Das erscheint aber als durchaus fraglich.

Für den Nutzen der roten Waldameise werden immer wieder Ratzeburg und Escherich als Forstzoologen, ferner Forel und Wasmann als Ameisenforscher herangezogen. Jedoch haben weder Ratzeburg noch Escherich die Wirksamkeit der roten Waldameise als Schädlingsvertilger so in ihrer Ausschließlichkeit betont, wie es von jüngeren Zoologen z. B. Gößwald tut. Man wird alle Gründe für und wider so abwägen müssen, daß der roten Waldameise im Rahmen des Massenwechsels der Forstschädlinge die Rolle zugebilligt wird, die ihr zukommt, ohne sie zu unterschätzen, aber auch ohne sie zu überschätzen. Die vorliegenden Beobachtungen bedürfen jedenfalls einer sehr kritischen Sichtung. So stehen z. B. den Beobachtungen über das Grünbleiben von Ameisenhorsten andere gegenüber, die trotz des Vorhandenseins von zahlreichen Ameisenhaufen starken Fraß feststellen. Ambros (1938) z. B. zählte bei starkem Teilfraß der Nonne in einem 103 ha großen zusammenhängenden Fichtenkomplex 200 Ameisenhaufen, das sind etwa 2 Haufen je Hektar, während Gößwald das Jagdgebiet eines mittleren Haufens mit 2 ha angibt und für ausreichend hält, eine Massenvermehrung schon im Keime zu ersticken. Andererseits gibt es auch grüne Inseln ohne Ameisenhaufen (vgl. Heß-Beck S. 397). Als wesentlich wird von Gößwald in neuerer Zeit der verschiedene Jagdinstinkt der einzelnen Rassen bzw. Unterarten der roten Waldameise angesehen. Während Gößwald früher die künstliche Ansiedlung von *Formica rufa pratensis*, die das offene Gelände bevorzugt, im Walde lediglich aus ökologischen Gründen ablehnte, führt er neuerdings (1941) die Beobachtungen, die gegen die Wirksamkeit der roten Waldameise sprechen, auf Verwechselungen mit der Wiesenameise zurück, die gelegentlich im Walde vorkommt. Im Walde wirksam seien nur *Formica rufa rufa* und *Formica rufa rufo-pratensis*. Demgegenüber muß festgehalten werden, daß die immer wieder zitierten Beobachtungen von Forel und auch die genauen Zählungen von Eidmann, der den erbeuteten Anteil an Forstschädlingen zu 42 % ermittelte, gerade an *Formica rufa pratensis* gemacht wurden. Andererseits gibt de Lattin für *Formica rufa rufa* und *pratensis* den Anteil an Schädlingen nur mit 8,3 % an einschließlich der mitgezählten Feld- und Gartenschädlinge. Stitz stellt die Wirksamkeit von *pratensis* der von *rufa* gleich. Ich selbst konnte in Nonnengebieten an 8 Beobachtungsstellen mit Ameisenhaufen keinen Unterschied im Befall gegen die Nachbargebiete feststellen. Dabei handelte es sich in 2 Fällen um *Formica rufa rufa*, in 4 Fällen um *Formica rufa rufo-pratensis*, in 2 Fällen um *Formica rufa pratensis*[1]). Abb. 1 zeigt eine nahezu kahlgefressene Fichte in einem von der Nonne befallenen Kiefern-Fichten-Eichen-Mischwald nahe einem gut besetzten Haufen von *Formica rufa rufa*.

[1]) Für die freundliche Bestimmung bin ich Fräulein Dr. Skwarra, Königsberg, zu Dank verpflichtet.

Diese wenigen Hinweise mögen in diesem Zusammenhang genügen, um zu zeigen, daß die rote Waldameise in ihrer Wirksamkeit als absoluter Mortalitätsfaktor keineswegs unbestritten ist, ebenso wie andere Faktoren auch, z. B. Vögel, Puppenräuber, Schlupfwespen, Tachinen, Pilzkrankheiten, Bakteriosen, Polyederkrankheiten, um die hauptsächlichsten von den biotischen Faktoren zu nennen, die als regulierende Faktoren namhaft gemacht worden sind. Wie sie biologisch zu werten sind, mag ein Beispiel zeigen, das ebenso auch für unvollkommene Bekämpfungsverfahren gilt, z. B. für das Leimen bei der Nonne, wo unter Umständen die Behandlung, rein forstlich gesehen, insofern ausreicht, als der Wald grün bleibt, aber dennoch Schädlinge in großer Zahl vorhanden sind. Wenn z. B. 3000 Raupen ausreichen, um einen Baum kahl zu fressen, und 4000 vorhanden sind, so genügt es, wenn 2000 vernichtet werden, um den Baum zu erhalten. Sind aber 6000 Raupen vorhanden, und es werden selbst 3000 vernichtet, so bleibt dennoch die Bekämpfung oder die Wirkung natürlicher Mortalitätsfaktoren, auch forstlich gesehen, erfolglos, obgleich biologisch das gleiche geschieht. Auf diese Weise werden sich manche Gegensätzlichkeiten in den Beobachtungen erklären lassen.

Abb. 1. Von der Nonne kahlgefressene Fichte in einem Kiefern-Fichten-Eichen-Mischwald nahe bei einem Ameisenhaufen von *Formica rufa rufa*

Für das Massenwechselproblem ist die Tatsache wichtig, die auch Escherich schon eingehend behandelt hat, daß der größte Teil der Insekten vor der Fortpflanzung stirbt. Das gilt aber auch bei im Gange befindlichen Massenvermehrungen. Ich habe bereits früher (1938) gezeigt, daß in einem Kiefernspannergebiet selbst bei einer starken Vermehrung von z. B. 5,5 auf 40 Puppen je Quadratmeter eine Sterblichkeit von 92 % vorhanden war, daß andererseits im nächsten Jahr bei einem natürlichen Rückgang von 40 auf 4,3 Puppen je Quadratmeter die Sterblichkeit bei 96 % lag. Bei der Nonne ergibt sich bei einer Eizahl von 200 selbst bei einer Sterblichkeit von 95 % eine Vermehrung, die von einem Pärchen je Stamm im ersten Jahr auf 10 Falter im zweiten, auf 50 im dritten und auf 250 Falter im vierten Jahr ansteigt. Bei einer Sterblichkeit von 90 % und einer Ausgangsdichte von einem Pärchen

auf 1000 Stämmen, die man als den sogenannten eisernen Bestand ansehen kann, erhalten wir nach einem Jahr 0,02 Falter je Stamm, nach 2 Jahren 0,2, nach drei Jahren 2, nach vier Jahren 20, nach 5 Jahren 200 Falter je Stamm. Wenn auch in Wirklichkeit die Verhältnisse wechselnd sein werden, so zeigt dieses einfache Rechenbeispiel doch das typische Bild einer Massenvermehrung der Nonne. In allen Fällen aber liegt trotzdem die Sterblichkeit, die bei der Nonne bei gleichbleibender Populationsdichte 99 % beträgt, sehr hoch. Für die Wertung der Mortalitätsfaktoren beim Massenwechsel der Schadinsekten ergeben sich aus dieser Tatsache sehr wichtige Folgerungen, die aber noch keineswegs immer restlos gezogen werden. Witterungs- und Nahrungsverhältnisse, biotische Faktoren wie Räuber, Parasiten, Krankheiten können im stärksten Ausmaß an der Verminderung der Populationsdichte beteiligt sein, ohne daß die Massenvermehrung des Schädlings dadurch irgendwie eingeschränkt zu werden braucht. Vieles, was bisher als wichtig für den Massenwechsel angesehen wurde, kann hiernach nebensächlich sein, denn es genügt schon eine geringe Verschiebung in der Sterblichkeitsquote, um eine Massenvermehrung in Gang kommen zu lassen oder aufzuhalten. Die Antwort auf die Frage, welche Faktoren maßgeblich daran beteiligt sind, wird dadurch außerordentlich schwierig und kann in jedem Einzelfall anders lauten. Mancher Streit, der um die Bewertung dieser oder jener Faktoren ausgefochten wurde, erscheint müßig, wenn man bedenkt, daß eine ganze Anzahl von Faktoren wohl an der allgemeinen Sterblichkeit von mindestens 90 % beteiligt sein können, aber für die geringe Verschiebung zwischen 99 % und 90 % kaum in Betracht kommen. In diese Gruppe gehören bestimmt viele Parasiten, die zahlreich in den Lehrbüchern mit aufgeführt werden, ebenso Raubfliegen, Spinnen, *Calosoma*, Rhynchoten, sicher auch die meisten Vögel, ferner Mäuse, Füchse, Schwarzwild u. dgl., viele Krankheiten. Ich glaube auch, daß die immer wieder versuchte biologische Bekämpfung der Schadinsekten aus diesem Grunde häufig von vornherein zum Scheitern verurteilt ist, jedenfalls in den Fällen, wo man auf einen dauernden natürlichen Ausgleich hofft. Mit dem Ausdruck „biocönotisches Gleichgewicht“ sollte darum in einem solchen Zusammenhang meines Erachtens sehr vorsichtig verfahren werden.

Das Massenwechselproblem der Schadinsekten wird durch solche Feststellungen naturgemäß immer schwieriger. Es spielt da auch die Frage stark hinein, ob der vorzeitige Tod die Tiere wahllos trifft oder ob eine naturgesetzlich bedingte individuelle Schichtung vorliegt, d. h. ob z. B. den Witterungsfaktoren, Hunger, Krankheitserregern gegenüber eine verschiedene physiologische Konstitution für die Absterbeordnung maßgebend ist bzw. wie weit eine umweltbedingte Disposition vorliegt, ein Fragenkomplex, den ich als Individualitätsproblem bezeichne und der die Forschung vor schwierigste Aufgaben stellt. Es handelt sich dabei nicht allein um die bekannte unterschiedliche Reaktion der Einzeltiere, sondern

auch um die Verschiebung der Reaktion gegenüber den Umweltfaktoren in ihrer vielfältigen Verknüpfung. Meist hat man sich damit geholfen, die hier vorliegenden Verhältnisse mit dem Sammelbegriff der „inneren Faktoren" zu benennen, der wohl als Ausweg bei ungeklärten Zusammenhängen angewandt wurde, aber keineswegs faßbar war oder gar, wie bei Prognosen, in Rechnung gestellt werden kann.

Die folgenden Beispiele geben einen Einblick in das vorliegende Problem. In Abb. 2 ist der Verlauf der ersten, zweiten und dritten Häutung von der Nonne in ihrem Optimum von 21,5° in den mit Wasser gefüllten Dahlemer Insektenschalen bei Fütterung mit Apfelblättern in Einzelzucht dargestellt. An dem S-förmigen Verlauf der Kurven erkennt man als erstes die unterschiedliche Reaktion der Einzeltiere, als zweites, daß die Kurven in ihrem größten Teil parallel verlaufen, und als drittes, daß die Späthäuter im Laufe der Entwicklung sich immer mehr verzögern. Die Variationsbreite der ersten Häutung beträgt 7 Tage, die der zweiten 10 Tage, die der dritten 21 Tage. Es zeigt sich also selbst bei nahezu optimalen Verhältnissen eine unterschiedliche physiologische Konstitution, die zwar bei der Mehrzahl der Tiere während der drei ersten Entwicklungsstadien nahezu gleichbleibt, aber bei Späthäutern, d. h. den physiologisch schwächsten Individuen, im Laufe der Entwicklung immer schlechter wird. Das gilt nicht nur für die letzten Tiere beim Erreichen der 100 %-Linie, sondern auch steigend bei den Tieren vorher. So sind z. B. 7 Tage nach Häutungsbeginn bei der ersten Häutung 100 %, bei der zweiten Häutung 96 %, bei der dritten Häutung nur 91 % gehäutet.

Daß es sich hier nicht um eine Sonderreaktion der Schwächlinge handelt, sondern um eine tatsächliche Individualitätsreihe, zeigt Abb. 3 an der ersten Häutung des Schwammspinners. Die obere Kurve stellt eine gesunde Population dar, die untere eine polyederkranke, die als Eier aus dem Freiland entnommen und dort auf natürlichem Wege infiziert war.

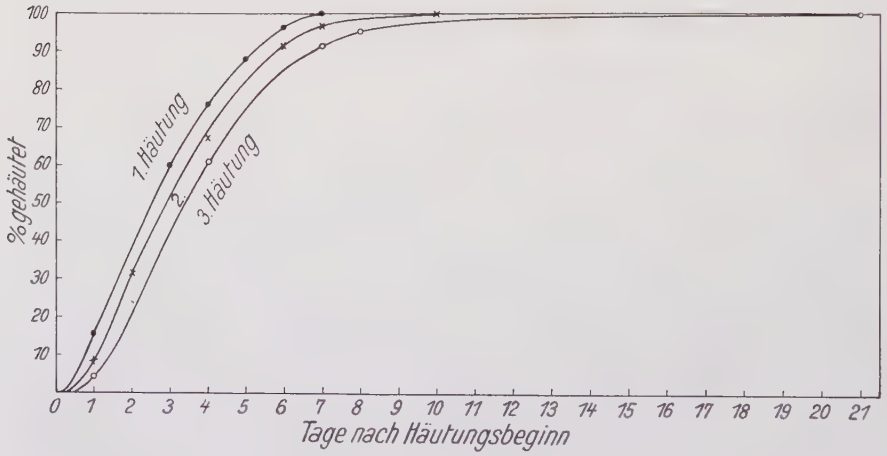


Abb. 2. Häutungsfolgen der Nonne in 21,5° über Wasser bei Fütterung mit Apfelblättern

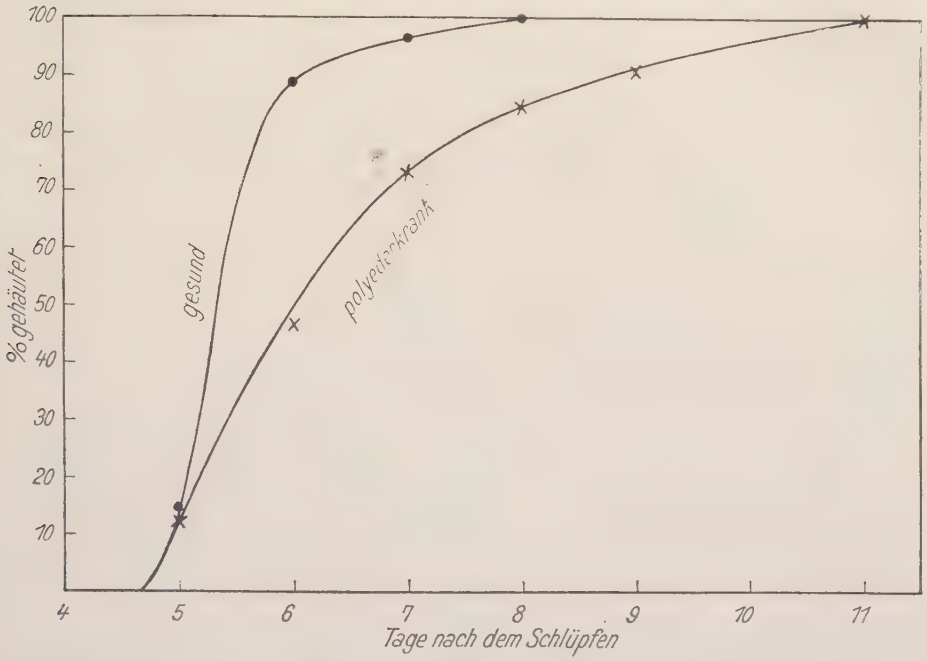


Abb. 3. Verlauf der ersten Häutung beim Schwammspinner, gesunde und polyederkranke Population. 21,5° über Wasser, Apfelblätter

Im Laufe der Entwicklung starb diese Population trotz aller Vorsichtsmaßnahmen zur Verhinderung von Sekundärinfektionen restlos an Polyedrie, so daß eine gleichmäßige primäre Infektion aller Individuen angenommen werden kann. Beachtenswert ist, daß schon 36 % als Raupen I an Polyedrie starben, eine Erscheinung, die auch bei der Nonne sowohl im Freiland wie im Laboratorium beobachtet werden konnte, die im Walde aber meist übersehen wird. Nach Abb. 3 verläuft die erste Häutung der gesunden Population zunächst ziemlich rasch. Schon nach 6 Tagen, d. h. 1 Tag nach Häutungsbeginn sind 89 % der Tiere gehäutet. Nur die letzten, d. h. physiologisch schwächsten Tiere zeigen eine stärkere Verzögerung. Ganz anders verläuft die Häutung bei poyederkranken Raupen. Die Variationsbreite steigt auf 6 Tage gegenüber 3 Tagen bei der gesunden Population, aber auch der größte Teil der Raupen zeigt erhebliche Verzögerungen. Nur die ersten sich häutenden Tiere, die physiologisch von bester Konstitution sind, häuten sich gleich mit denen der gesunden Population. In dem Zusammenhängen der Kurvenanfänge kommt das deutlich zum Ausdruck. Hier hat also die Polyederinfektion die Reaktion der meisten Tiere (bis auf etwa 15 % der Population) völlig verändert. Noch deutlicher geht das aus Abb. 4 hervor, wo nach dem gleichen Versuch die Zahl der täglich noch vorhandenen Raupen I dargestellt ist, aber sämtliche Abgänge, d. h. die durch Häutung (mit Punkten bezeichnet) und die durch Tod an Polyedrie (mit Kreisen bezeichnet) eingetragen sind. Die

glatte S-Form der Kurve deutet auch hier eine einheitlich gesetzmäßige Verknüpfung der Erscheinungen an. Die Markierungen in Abb. 4 zeigen, daß in den ersten Tagen Abgänge lediglich durch Häutungen erfolgen. Sie halten bis 11 Tage nach dem Schlüpfen an und werden, wie sich aus der Verflachung in Abb. 3 ergibt, von Tag zu Tag geringer. Erst 8 Tage nach dem Schlüpfen aus dem Ei zeigen sich die ersten Polyedertoten. Am Ende der Kurve, vom 12. Tage ab bis zum 18. Tage, bestehen die Abgänge nur noch aus Toten. Hier zeigt sich also eine gleichmäßige Konstitutionsreihe: Die physiologisch stärksten Tiere häuten sich nahezu gleichzeitig mit gesunden Tieren, die weniger starken mit deutlicher Verzögerung, die schwächsten aber sterben schon nach 8 Tagen, die etwas weniger schwachen dann auch nach und nach bis 18 Tage nach dem Schlüpfen. So schließen sich hier in Wirklichkeit 2 Konstitutionsreihen aneinander, von denen die eine (für die noch zur Häutung befähigten Tiere) von links nach rechts, die andere (für die nicht mehr zur Häutung fähigen und schon als Raupe I an Polyedrie sterbenden Tiere) von rechts nach links zu lesen ist, wenn man von den jeweils kräftigsten Tieren ausgeht. Die Tatsache aber, daß sich beide zu einem glatten Verlauf zusammenfügen, läßt hier einen inneren Zusammenhang zwischen physiologischer Konstitution, dem Entwicklungsverlauf und der Krankheitsanfälligkeit erkennen, der auch für die Art des Absterbens, die Zusammensetzung der jeweils überlebenden Population und ihre Widerstandskraft gegen

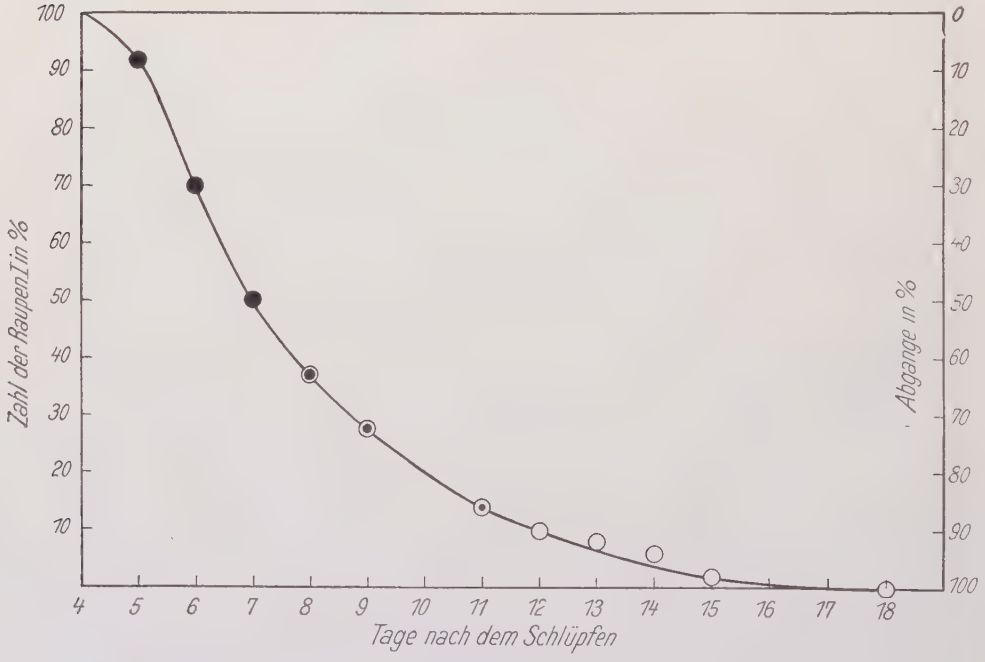


Abb. 4. Verminderung in der Zahl der Raupen I beim Schwammspinner in einer polyederkranken Population. ● Abgang durch Häutung, ○ Abgang durch Polyedrie. 21,5° über Wasser, Apfelblätter

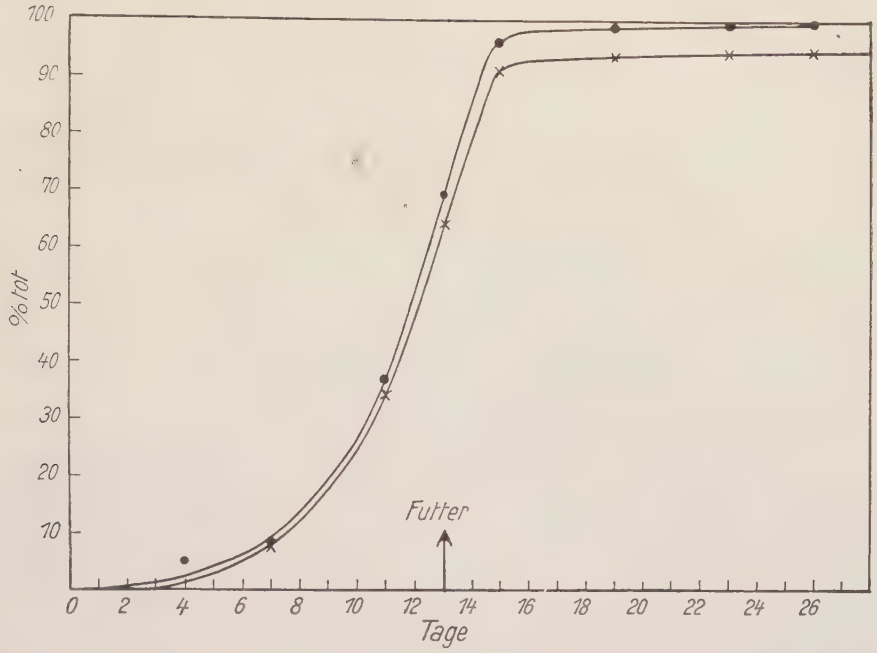


Abb. 5. Absterbeordnung von Jungraupen der Nonne im Hunger und nach dem Hunger. Freilandinsektarium. Oben: Raupen in natürlichen Feuchtigkeitsbedingungen. Unten: ein Teil der Überlebenden in hoher Luftfeuchtigkeit

Umweltfaktoren im Freiland von ausschlaggebender Bedeutung ist z. B. im Rahmen einer physiologisch begründeten Prognose. Nonnenproben, die ich in mehreren aufeinander folgenden Jahren in regelmäßigen Zeitabständen aus verschiedenen Gebieten entnahm, zeigten bei der Prüfung derartige Unterschiede ihrer physiologischen Konstitution mit aller Deutlichkeit[1]). Für die Wertung der Polyederkrankheiten als Mortalitätsfaktor zeigt Abb. 4 nicht nur, daß auch bei natürlicher Infektion ein Absterben selbst unter sonst optimalen Bedingungen schon im ersten Raupenstadium eintreten kann, sondern auch, daß die Krankheitsanfälligkeit engstens mit der auch an anderen Symptomen erkennbaren allgemeinen physiologischen Konstitution verbunden ist. Welche Bedeutung diese Feststellung für das Massenwechselproblem der Schadinsekten hat, werden wir erkennen können, wenn wir das nächste Beispiel besprochen haben.

Im Frühling 1940 wurden die am 26. April in einem Freilandinsektarium geschlüpften Nonnenraupen bei den natürlichen Bedingungen des Freilandes[2]) hungernd gehalten. Nach 13 Tagen Hunger wurden die überlebenden mit Kieferntrieben gefüttert, zum Teil weiter unter den Temperatur-Feuchtigkeitsbedingungen des Freilandes, zum andern Teil über Wasser, also bei hoher Luftfeuchtigkeit.

[1]) Genauere Mitteilungen darüber sind in Vorbereitung.

[2]) Das Insektarium steht in einem waldähnlichen Parkgelände der BRA.

Die Temperaturen lagen im Insektarium Ende April zwischen 10° und 20° mit 8° und 22° als Extremen, Anfang Mai wurde es kühler mit Schwankungen meist wenige Grade um 10° bis zu 5° und 14°, selten bis zu 19°. Die Feuchtigkeit schwankte durchweg zwischen 50 % und 100 % relativer Feuchtigkeit, zum Teil bis 40 %, an kühlen Tagen zum Teil nur bis 70 %.

In Abb. 5 gibt die untere Kurve die Absterbeordnung für alle Raupen wieder, die obere nur für die, welche in trockener Luft lebten. Wieder erscheint die Absterbeordnung im Hunger in der S-Form, die die unter-

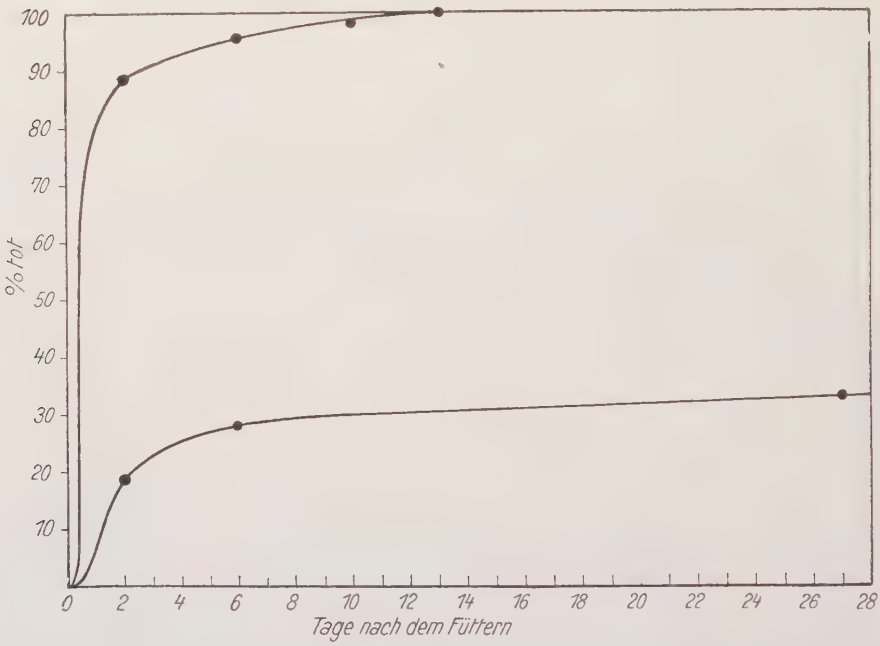


Abb. 6. Absterbeordnung von Jungraupen der Nonne nach 13 Tagen Hunger. Freilandinsektarium, Futter = Kiefer. Oben: natürliche Feuchtigkeitsbedingungen. Unten: in hoher Luftfeuchtigkeit

schiedliche Reaktion der Individuen gegenüber Hunger anzeigt. Nach der Futterzugabe und der Trennung der Tiere ergaben sich in den ersten beiden Tagen keine wesentlichen Unterschiede, dann aber schwenkt die untere Kurve um, weil ein beträchtlicher Teil bei höherer Luftfeuchtigkeit sich erholt, während die überlebenden Trockentiere (obere Kurve) trotz des Futters allmählich absterben. Nach 26 Tagen, d. h. 13 Tage nach dem Füttern, stirbt in der vorliegenden Trockenheit, die im Durchschnitt gar nicht einmal sehr niedrig ist, auch das letzte Tier, ohne zur Häutung zu gelangen. Unter den natürlich gegebenen Bedingungen hielt also kein Tier die Hungerperiode durch, deren Zeitdauer im Kiefernwald der Spanne zwischen dem Schlüpfen der Raupen und dem Treiben der Kiefern entsprach. In feuchter Luft starb zwar in den ersten Tagen auch noch ein

kleiner Teil, die Mehrzahl jedoch entwickelte sich weiter und häutete sich. Erst sehr viel später traten weitere Todesfälle als Nachwirkung des Hungerns im Jugendstadium auf. Abb. 6 zeigt das Absterben nach der Futterzugabe, oben in der natürlichen Luftfeuchtigkeit, unten bei konstant hoher Luftfeuchtigkeit über Wasser. Dieser Versuch beweist den bedeutenden Einfluß der Witterungsbedingungen im Frühling zusammen mit Hunger. Auch hier ergibt sich, wie schon in früheren Veröffentlichungen nachgewiesen werden konnte, daß die Nonnenraupe ein Feuchttier ist. Zu geringe Luftfeuchtigkeit kombiniert mit Hunger tötet den Großteil der Jungraupen ab. Diese Verhältnisse treten in den spät treibenden Kiefernwäldern häufig ein und sind in der Hauptsache wohl der Grund, daß Massenvermehrungen in Kiefernwäldern selten das Ausmaß annehmen wie in Fichtenwäldern, die meist zu gleicher Zeit austreiben, wie die Nonnen schlüpfen. Die früher viel vertretene Auffassung, daß die Nonne nur in trockenen, warmen Jahren zur Massenvermehrung kommen könne, stimmt wohl für die Temperatur, aber für die Trockenheit nur insofern, als Nonnenraupen in ihrem Temperaturoptimum eine größere Feuchtigkeitsspanne nach der trockenen Seite hin ertragen können als in nichtoptimalen Temperaturen. Daß aber auch hier dauernde Trockenheit der Luft einen bedeutenden Einfluß auf die Sterblichkeit ausübt, ergab sich aus Nonnenzuchten, die in offenen Schalen von 25 cm Durchmesser in einem großen Klimaraum von 21,5° und 55 % relativer Feuchtigkeit mit Eichelfütterung durchgeführt wurden. In diesen Schalen starben von 2230 Raupen I in 9 Tagen 2185 = 98 %; nach 13 Tagen überlebte nur noch eine Raupe, die aber auch später starb. In Schalen über Wasser aber starben von 4730 Raupen I trotz starker Übervölkerung nur 230 = 5 % in 11 Tagen. Von Tieren, die nach 5 Tagen Trockenheit über Wasser gesetzt worden waren, starben in 12 Tagen von 223 Tieren 64 = 29 %. Es trat also eine deutliche Erholung ein. Das Absterben in den Versuchen mit offenen Schalen ist in der Hauptsache der konstant niedrigen Luftfeuchtigkeit von 55 % zuzuschreiben.

Der Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Sterblichkeit ist also ganz offenbar und trifft zunächst die Tiere schwächerer physiologischer Konstitution. Erst nach und nach sterben auch die Raupen mit besserer Konstitution, aber nur die besten überleben, und das sind häufig nur sehr, sehr wenige. In einem feuchten warmen Frühling aber, der den Jungraupen beste Lebensbedingungen gibt, überlebt bei rechtzeitigem Austreiben der Futterbäume ein großer Teil der Tiere, die aber in ihrer physiologischen Konstitution dann die ganze Reihe zeigen, von der wir oben gesprochen haben. Hier sind es dann die schwächeren Tiere, die in ihrer Entwicklung zurückbleiben und gleichzeitig oft Polyederträger sind (vgl. Abb. 4). Bei ihrem späteren Absterben aber, das dann erst nach dem Aufbaumen erfolgt, sind sie so in der Lage, die Polyedrie weit in den Baumkronen zu verbreiten, so daß nach einigen Jahren mit ähn-

lichen Bedingungen die Kalamität an Polyedrie katastrophal zusammenbricht.

Es ist also ganz offensichtlich, daß das Aufkommen von Massenvermehrungen sehr wesentlich von den Witterungsverhältnissen abhängig ist. In den für die Nonne klimatisch nicht günstigen Jahren — wobei wir selbstverständlich lediglich das Kleinklima als allein physiologisch wirksam zu betrachten haben — stirbt der Großteil der Raupen schon frühzeitig, meist im ersten Stadium, ohne viel gefressen zu haben. In Nonnenjahren aber überlebt ein höherer Anteil, der sich aber lediglich in einer solchen Größenordnung zu bewegen braucht, um das Absinken der Sterblichkeit von 99 % auf etwa 90 % zu bewirken, wie oben geschildert wurde. In vielen Fällen bricht die beginnende Vermehrung schon vorzeitig zusammen, wenn z. B. im zweiten oder dritten Jahr wieder ungünstige Bedingungen, vor allem zu große Trockenheit auf die schon zahlreich vorhandenen Raupen einwirken. Derartige Fälle habe ich mehrmals beobachten können. Es kommt auch vor, daß sich infolge günstiger Verhältnisse Anfang Mai der größte Teil der Jungraupen weiterentwickelt und forstlich schon zu Besorgnissen Anlaß gibt, daß dann aber bei einsetzender Trockenheit die zahlreich überlebenden Raupen II und III in großen Massen sterben, da sie meist von schwächerer Konstitution sind und nur infolge optimaler Bedingungen bis zu diesem Stadium gelangen konnten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Bewertung der Mortalitätsfaktoren in ihrer Wirkung auf den Massenwechsel nur auf physiologischer Grundlage möglich ist. Jede Population ist aus ungleichwertigen Individuen zusammengesetzt, von denen die meisten nur eine geringe Widerstandskraft gegen ungünstige Umweltbedingungen haben, z. B. bei der Nonne gegen Trockenheit besonders in Verbindung mit Hunger, der auf der Futtersuche vor allem bei nicht rechtzeitigem Austreiben der Knospen leicht eintreten kann. Nur bei günstigen Kleinklimabedingungen überlebt eine größere Anzahl. Aber selbst bei 90 % Sterblichkeit ist der Rest in der Lage, z. B. bei der Nonne, in wenigen Jahren eine typische Massenvermehrung herbeizuführen. Auch beim Kiefernspanner liegt die Sterblichkeit selbst bei einer starken Vermehrung von z. B. 5,5 auf 40 Puppen je Quadratmeter bei 92 %. An dieser hohen Sterblichkeit selbst bei im Gange befindlichen Massenvermehrungen sind viele Faktoren beteiligt, von denen aber ein großer Teil für die ausschlaggebende Verschiebung zwischen 99 % und 90 % in den meisten Fällen kaum verantwortlich gemacht werden kann, z. B. viele Parasiten, Räuber und auch manche Krankheiten, die meist erst im Gefolge einer bereits eingetretenen Massenvermehrung in stärkerem Ausmaß auftreten und — wie z. B. die Parasiten — am Ende einer Kalamität auch erst stärker wirksam werden, wenn die Schadinsekten durch andere Faktoren schon beträchtlich dezimiert, sie selbst aber infolge der vorhergehenden stärkeren Vermehrung zahlreich sind.

Auch die künstliche Daueransiedlung von Feinden, z. B. von Vögeln und Ameisen, findet in den bisher vorliegenden Beobachtungen noch keine genügende Stütze. Von stärkstem Einfluß auf den Massenwechsel sind die Witterungsbedingungen und Ernährungsverhältnisse, deren Wirkung auf die Sterblichkeit und die Zusammensetzung der jeweils überlebenden Population weiterer eingehender Untersuchungen bedarf. Bei Nonne und Schwammspinner scheint auch die Polyedrie an der Jugendsterblichkeit stärker beteiligt zu sein, als bisher angenommen wurde.

Schrifttum

Eidmann, H., Die forstliche Bedeutung der roten Waldameise. Ztschr. f. angew. Entomol. **12**, 298, 1927.

Escherich, K., Die Ameise. Braunschweig 1917.

— — Die Forstinsekten Mitteleuropas. 3. Bd. Berlin 1931.

Forel, A., Les fourmis de la Suisse. Zürich 1874.

Gößwald, K., Über die Ausrottung und Wiederverbreitung der roten Waldameise *Formica rufa* L. Deutsche Forstzeitung **7**, 1020, 1938.

— — Über Nutzen, Ausrottung, Schutz, Verbreitung und künstliche Vermehrung der roten Waldameise *Formica rufa* L. Jahresber. d. Berliner und Brandenburgischen Provinzstellen für Naturschutz S. 1, 1939.

— — Ist nun die rote Waldameise nützlich oder schädlich? Anz. f. Schädlingskunde **17**, 1, 1941.

— — Künstliche Vermehrung der roten Waldameise. Wiss. Jahresbericht für 1939. Mitt. der Biol. Reichsanst. Heft 63. Berlin-Dahlem 1941.

Hess-Beck, Forstschutz. 1. Bd., 5. Aufl., 1927.

Janisch, E., Das klimatische Optimum der Nonnenraupe. Mitt. aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft S. 372, 1938.

— — Untersuchungen über den Massenwechsel von Schadinsekten. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. **48**, 435, 1938.

— — Die Nonne (*Lymantria monacha* L.). Flugblatt Nr. 177 der Biologischen Reichsanstalt f. Land- und Forstwirtschaft 1941.

de Lattin, E., Über die Forstnützlichkeit der roten Waldameise *Formica rufa* L. Entomol. Ztschr. **54**, 109, 1940.

Ploch, L., Über die Nahrung und den Nahrungserwerb der roten Waldameise. Entomol. Ztschr. **53**, 239, 1940.

Ratzeburg, J. T. C., Die Waldverderbnis. Berlin 1866/68.

Stäger, R., Die Waldameise als Insektenvertilgerin. Ztschr. f. wiss. Insekten-Biologie **19**, 68, 1924.

— — Erlebnisse mit Ameisen. Zug 1939.

Stitz, H., Hautflügler oder Hymenopteren, I. Ameisen oder Formiciden, in: Dahl, Tierwelt Deutschlands. Jena 1939.

Über die Ursachen des Massenwechsels der Insekten

Von

F. Schwerdtfeger, Eberswalde

(Mit 3 Abbildungen und 3 Tabellen)

Inhalt

Seite

1. Vorbemerkung 254
2. Begriff 255
3. Bisherige Massenwechseltheorien 255
   a) Parasiten- und Biocönosetheorie 256
   b) Witterungstheorie 258
   c) Übervölkerungstheorie 264
4. Die populationsdynamischen Faktoren in ihrer Wirkung auf 271
   a) Weibchenanteil 273
   b) Eiproduktion und -ablage 275
   c) Sterblichkeit 278
      aa) Konstitution 278
      bb) Nahrung und Brutstätten 279
      cc) Witterung 280
      dd) Feinde 284
5. Zusammenwirken der populationsdynamischen Faktoren 284
6. Das Gradocön 291
7. Schrifttum 298

1. Vorbemerkung

Bereits 1914 hat Escherich im Vorwort des ersten Bandes seiner „Forstinsekten Mitteleuropas" die hervorragende Bedeutung des Massenwechselproblems für die angewandte Entomologie klar herausgestellt und eine eingehende Bearbeitung der Frage nach den Ursachen der Bevölkerungsbewegungen der Insekten gefordert. In der Folgezeit machte die kausalanalytische Behandlung des Problems nach anfänglichem Stocken schnelle Fortschritte. In den Jahren um 1930 erschien eine Flut von Veröffentlichungen, die sich vorwiegend mit der allgemeinen Begründung des Massenwechsels befaßten. Seitdem ist das Hauptgewicht mehr auf die Bearbeitung spezieller Probleme gelegt worden.

Die in den letzten Jahren erfolgte Veröffentlichung einer Reihe von Arbeiten verschiedener Autoren, die wichtige Einzelbeiträge zum Massenwechselproblem lieferten, gab die Veranlassung, die bisher vorliegenden Ergebnisse einer zusammenfassenden Bearbeitung zu unterziehen und damit einen Überblick über den derzeitigen Stand der Frage nach den Ursachen des Massenwechsels der Insekten zu geben.

Allerdings ist das Schrifttum über den Massenwechsel der Insekten fast unübersehbar geworden, zumal wenn man die Arbeiten über spezielle Schädlinge oder gar die ausländische Literatur einbezieht. Es konnten daher zur Darstellung des Wesentlichen nur Proben aus dem Schrifttum entnommen werden. Eine auch nur näherungsweise vollständige Erfassung der einschlägigen Veröffentlichungen war weder beabsichtigt noch für die Erreichung des gesteckten Ziels notwendig.

2. Begriff

Als Massenwechsel bezeichnen wir nach Börner (1921) das zeitliche Auf und Ab der Bevölkerungsdichte einer Art.

Wir verstehen darunter nicht die Bevölkerungsbewegung innerhalb einer Generation, die stets vom Ei bis zum Vollkerf absinkende Tendenz zeigt; dieser regelmäßige, innerhalb einer Generation erfolgende Wechsel der Populationsdichte ist als intraannuäre Populationsbewegung bezeichnet worden, sofern die Generationsdauer einjährig ist (Schwerdtfeger 1935); entspricht der Lebenszyklus einer Art nicht der Dauer eines Jahres, so spricht man besser von der intrazyklischen Populationsbewegung.

Der intrazyklische Bevölkerungsgang wird überdeckt von einem Wechsel der Populationsdichte, der längere Zeiträume umfaßt. Vergleichen wir die Insektenzahlen miteinander, die an einem Ort jährlich zur gleichen Zeit, etwa im Dezember gefunden werden, so lassen sich mehr oder weniger große Unterschiede in der Bevölkerungsdichte erkennen. Diese Änderung der Populationsdichte, die über den Zeitraum einer Generation hinausgeht, wird als Massenwechsel bezeichnet.

3. Bisherige Massenwechseltheorien

Nachdem Ratzeburg (1840) als Ursachen für die Massenvermehrung von Insekten günstige Witterungsbedingungen, Überfluß geeigneter Nahrung, Mangel an Feinden und die der Art eigentümliche Fruchtbarkeit nannte, ist von maßgeblichen Forschern immer wieder auf die Vielfalt der den Massenwechsel bedingenden Faktoren hingewiesen worden (Altum 1881; Judeich-Nitsche 1895; Escherich 1914, 1917, 1926, 1930, 1937; Friederichs 1930, 1931; Blunck 1930; Schimitschek 1931). Es läßt sich aber deutlich erkennen, daß im Lauf der Entwicklung der entomologischen Wissenschaft entsprechend dem jeweiligen Wissensstand und beeinflußt durch den Zeitgeist von mehr oder weniger zahlreichen Forschern das Problem des Massenwechsels unter einem bestimmten Gesichtspunkt betrach-

wird, der eine enger oder weiter begrenzte Faktorengruppe in den Vordergrund rückt und als wesentlich für die Entstehung von Massenvermehrungen ansieht. Es bilden sich Massenwechseltheorien, deren wichtigste als Grundlagen für die folgenden Erörterungen in wenigen Strichen skizziert werden sollen. Die Darstellung beschränkt sich auf die für die Gegenwart maßgebliche Zeitspanne seit der Jahrhundertwende.

a) Parasiten- und Biocönosetheorie

Bis etwa 1930 wird das Denken der meisten Forscher, die sich mit dem Massenwechselproblem befassen, von der Parasitentheorie bzw. der aus ihr sich entwickelnden Biocönosetheorie beherrscht.

Als maßgebliche Regulatoren der Bevölkerungsdichte werden neben der Nahrung die biotischen Mortalitätsfaktoren, also Parasiten, räuberische Tiere und Krankheitserreger angesehen. Vor allem den Schmarotzern wird eine ausschlaggebende Rolle zuerkannt (Escherich 1924, 5). Eine Gradation wird in den meisten Fällen „durch ein Mißverhältnis zwischen der Zahl dieser stets der Übervermehrung entgegenwirkenden Tiere und den Schädlingen herbeigeführt“ (Escherich 1914, 238). Das Mißverhältnis kann durch plötzlich eintretende, ungewöhnlich günstige Bedingungen (Witterung, Nahrung) für die Vermehrung des Schädlings verursacht werden, wodurch dieser einen Vorsprung vor den Parasiten gewinnt, oder durch ungünstige Bedingungen für die Parasiten, oder durch beide Momente zugleich.

Nehmen wir z. B. an, daß mehrere Jahre hindurch während der Schwärmzeit der Nonnentachine (Mai bis Juni) stürmisches und regnerisches Wetter herrscht, das die Tachinen an der Eiablage hindert, so kann ein Mißverhältnis zwischen der Zahl der Nonnen und Tachinen entstehen, welches zu einer Gradation Anlaß geben kann, zumal wenn vielleicht gleichzeitig die Entwicklungsbedingungen für die Nonne besonders günstig sind (Escherich 1914, 238).

Jeder Schädling wird meist nicht nur von einer, sondern von einer ganzen Zahl von Parasitenarten und Raubinsekten heimgesucht, und zwar vielfach in der Weise, daß jedes Entwicklungsstadium seine besonderen Arten besitzt. So wird der Kiefernspinner im Eistadium, ferner in den jungen und dann wieder in den älteren Raupenstadien von anderen Arten befallen, und erst durch das Zusammenwirken der ganzen „Parasitenfolge“ wird die normale Vermehrungsbeschränkung des Schädlings gewährleistet. Fehlt nur ein Glied in der Kette, so kann dies unter Umständen schon zu einem Anwachsen der Schädlingspopulation führen (Escherich 1914, 239).

Die Vermehrung findet ihr Ende, wenn der Parasit den Vorsprung des Schädlings nach einiger Zeit wieder einholt. Er bedarf dazu keiner besonders hohen Fruchtbarkeit, sondern überflügelt den Schädling, wie einfache Zahlenbeispiele zeigten, auch dann, wenn er eine gleiche oder gar geringere Vermehrungsziffer wie dieser besitzt (Escherich 1914, 239). Vorausgesetzt ist dann allerdings, daß die ungünstigen Bedingungen für den Parasiten, welche die Schädlingsvermehrung aus-

lösten, nur vorübergehender Natur sind. Ist dies nicht der Fall, besitzt ein in ein Land neu eingeschleppter Schädling keine Parasiten oder werden diese etwa infolge gewisser Kulturmethoden dauernd zurückgehalten, so wird auch die Kalamität einen dauernden Charakter annehmen.

Die hohe Wertschätzung der Parasiten als Regulatoren der Schädlingspopulationen darf wohl im wesentlichen auf drei Tatsachen zurückgeführt werden.

Einmal zeigte sich dem Fachmann, der mit offenen Augen die Natur beobachtete, überall die Wirkung der Parasiten. Zuchten von Schädlingen, die im Freiland gesammelt waren, ergaben häufig mehr Schmarotzer als Schadtiere (Escherich 1914, Abb. 188). So beschäftigten sich die Forscher eingehender mit diesen offenbar wichtigen Tieren, denen wertvolle monographische Bearbeitungen gewidmet wurden (Baer, Stellwaag).

Weiterhin wiesen die Erfahrungen, die bei der Einschleppung fremder Arten in neue Länder, besonders europäischer Schädlinge nach Nordamerika, gemacht werden, eindeutig auf den Nutzen der Parasiten hin. Die Schädlinge, z. B. Schwammspinner oder Goldafter, die in ihrer Heimat im allgemeinen keine erstklassige Rolle spielen, riefen in dem neuen Lande eine Dauerkalamität hervor, die erst auf ein erträgliches Maß gemildert werden konnte, als man ihnen ihre Parasiten nachsandte. Hier war durch unfreiwillige Freilandexperimente, wie sie großzügiger nicht ausgedacht werden konnten, der einwandfreie Beweis für die Bedeutung der Parasiten erbracht, der durch gelungene Versuche biologischer Bekämpfung, die namentlich von Nordamerika ausgingen, nur noch bestätigt wurde (Escherich 1913, 1922).

Und schließlich hatte die von Volterra in Angriff genommene mathematische Bearbeitung der Populationsfluktuationen gezeigt, daß durch ein einfaches Wechselspiel von Parasit und Wirt eine wellenförmige Bevölkerungskurve entsteht (D'Ancona 1939, 67). So ließ sich auf rein rechnerischem Wege die Entstehung von Gradationen theoretisch aus einer Wechselwirkung von Schädling und Schmarotzer deuten.

Es war natürlich eine Selbstverständlichkeit, daß in der Regel solch einfache Zusammenhänge, wie sie sich auf Grund mathematischer Abstraktionen ableiten ließen, in der Natur nicht verwirklicht waren. Die Parasitentheorie rechnete schon mit Parasitenreihen und der Wirkung anderer biotischer und abiotischer Faktoren. Je mehr man sich in das Verhältnis zwischen Parasit und Wirt, Räuber und Opfer vertiefte, um so größer erwies sich die Zahl der Beziehungen zwischen dem Schädling und seiner belebten Umwelt. Die als Regulatoren der Schädlingspopulation angesehenen Schmarotzer und räuberischen Tiere sah man selbst wieder bedroht von Feinden und Krankheitserregern. Scheinbar indifferente Glieder der Lebensgemeinschaft entpuppten sich als notwendige Zwischenwirte der Parasiten, bisher un-

beachtete Bodenpflanzen erwiesen sich als Voraussetzung für das Dasein dieser Zwischenwirte und damit der Schmarotzer. Eidmann (1927) konnte nachweisen, daß der wirtschaftlich völlig belanglose Heidekrautspanner nicht weniger als 5 Parasiten mit dem erstrangigen Forstschädling Kiefernspanner gemeinsam hat, daß somit ein starker Heidekrautspannerbestand ein wesentliches Parasitenreservoir für den Schädling darstellt. Einer dieser Parasiten, *Ichneumon nigritarius* Grav., konnte außerdem in zahlreichen anderen Insekten der Waldbiocönose gefunden werden (Thalenhorst 1939). Mischholzarten, Unterwuchs, Bodenflora lieferten diesen Zwischen- und Nebenwirten Daseinsmöglichkeiten. Es ergab sich so eine innige Verflechtung des Schädlings mit der belebten Umwelt, deren Erkenntnis die Parasitentheorie zwangsläufig zu einer „Biocönosetheorie" erweiterte. Nicht mehr das Verhältnis Schädling-Parasit, sondern die Beziehungen zwischen Schadinsekt und Biocönose mußten als das in erster Linie regulierende Moment der Bevölkerungsdichte angesehen werden. Der „biocönotische Komplex" ist „im allgemeinen das Mittel, durch welches die Beziehungen der Lebewesen innerhalb der Lebensgemeinschaften sich regeln" (Friederichs 1927).

Eine scharfe Scheidung zwischen Parasiten- und Biocönosetheorie läßt sich nicht treffen, da sich die eine mit Zunahme der Erfahrungstatsachen aus der anderen entwickelte. Der Fortschritt der Biocönosetheorie bestand in der Überwindung des wesentlichsten Fehlers ihrer Vorgängerin: der zu einfachen Auffassung des Wirt-Parasit-Verhältnisses und der sich daraus ergebenden Nichtberücksichtigung der Verflechtung des Schädlings mit seiner lebenden Umwelt. Andere für die Populationsbewegung wichtige Faktoren bleiben auch von ihr unerkannt oder nicht genügend gewürdigt, so die Bedeutung nichtoptimaler Witterung für die Vitalität des Schädlings oder Änderungen der Fruchtbarkeit. Durch Einbau dieser in den Folgejahren neu erkannten Zusammenhänge war eine organische Fortentwicklung der Biocönosetheorie möglich; doch wurde diese zunächst überschattet durch das Auftreten einer neuen Lehre, der Witterungstheorie.

b) Witterungstheorie

Seit etwa 1928 sind die Ergebnisse einer Reihe von Untersuchungen bekannt geworden, die, angeregt durch Veröffentlichungen aus dem englischen Sprachgebiet (Bacot, Pierce), sich experimentell mit dem Einfluß von Witterungsfaktoren, insbesondere von Temperatur und Luftfeuchtigkeit, auf Insekten befassen (Bodenheimer, Zwölfer und seine Schüler, Janisch, Schwerdtfeger u. a.). Es ergaben sich bemerkenswerte Zusammenhänge zwischen den im Versuch dargebotenen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen auf der einen, der Entwicklungsdauer und der Vitalität der Insekten auf der anderen Seite. Die Resultate ließen sich kurvenmäßig darstellen und zum Teil in mathematische Formeln fassen; sie schienen damit den Gesetz-

mäßigkeiten der sogenannten exakten Naturwissenschaften weitgehend zu entsprechen.

Während die Parasitentherorie ihr Beweismaterial im wesentlichen aus gelegentlichen Beobachtungen und Zuchtergebnissen gezogen hatte, die wiederholt gestellte Forderung nach genauen Untersuchungen (Escherich 1924) aber noch ohne greifbare Resultate geblieben war, fanden sich hier einwandfreie, im physiologischen Experiment bestätigte und zahlenmäßig darstellbare Beziehungen zwischen Witterungsfaktoren und Insekt, welche der Frage nach den Ursachen des Massenwechsels ein ganz anderes Gesicht geben mußten. Die Einschätzung der neuerkannten Zusammenhänge ging zum Teil so weit, daß die Erfahrungsgrundlagen der alten Parasitentheorie und der aus ihr entstandenen Biocönosetheorie als unwesentlich beiseite geschoben, und die Lösung des Massenwechselproblems vorwiegend oder gar ausschließlich aus dem Einfluß der Witterungsfaktoren versucht wurde.

Bodenheimer, auf den im wesentlichen die Entwicklung der Witterungstheorie [1]) zurückzuführen ist (1928), nennt zwar (1931, 100) als Regulatoren der Bevölkerungszahl Witterungsfaktoren, Feinde, Parasiten und Seuchen, Nahrungsprobleme und Besiedlungsdichte, doch erkennt er nur den ersteren ausschlaggebende Bedeutung für den Massenwechsel zu. Zu den Faktoren, welche die Bevölkerungsdichte von Jahr zu Jahr bestimmen, gehört „in allererster Linie die vereinigte Wirkung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit, welche alle anderen Faktoren an tatsächlicher Bedeutung weit hinter sich läßt" (1931, 104).

Die Temperatur bedingt zunächst die Entwicklungsdauer des Insekts. Bei Kenntnis der zahlenmäßig darstellbaren Zusammenhänge zwischen Lufttemperatur und Entwicklungsdauer läßt sich für jedes Klimagebiet die voraussichtliche Generationenzahl im Jahr errechnen. Generationen- und Eizahl ergeben das Entwicklungspotential der Art an diesem Ort. „Als Entwicklungspotential bezeichnen wir die Zahl, zu der eine bestimmte Ausgangspopulation auf dem Wege der natürlichen Vermehrung im Laufe eines Jahres gelangen würde, falls alle Nachkommen zur Geschlechtsreife gelangen und sich voll vermehrten. Dieses Entwicklungspotential stellt die nie realisierbare äußerste Grenze des Massenwechsels unter optimalsten Bedingungen dar" (1931, 100).

Dem Entwicklungspotential wirken als hauptsächliche Regulatoren der Bevölkerungsdichte Wetterfaktoren entgegen, wobei weniger an die Einwirkung besonderer Ereignisse wie Sturm, Dürre usw. gedacht wird, als an die normalerweise herrschenden Witterungserscheinungen, insbesondere Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Nur eine bestimmte Kombination dieser Wetterfaktoren gibt der Art beste Daseinsmöglich-

[1]) Die vielfach gebrauchten Ausdrücke „Klimatheorie", „Klimafaktoren" usw. sind, sofern sie sich auf den zeitlichen Wechsel der Populationsdichte beziehen, in der Regel falsch angewandt, da es sich bei den dabei gemeinten Dingen meist um Elemente der Witterung und nicht des Klimas handelt. Dagegen ist die örtliche Verteilung der Arten und ihrer Populationsdichte mehr vom Klima als vom Wetter abhängig.

keiten und entspricht ihrem vitalen Optimum. Das vitale Optimum „ist die Kombination einer bestimmten Temperatur und Luftfeuchtigkeit, bei der die Individuen einer Insektenart unter sonst gleichen Bedingungen eine maximale Lebensdauer erreichen. Bei jeder anderen Kombination herrscht eine kürzere Lebensdauer, die um so kürzer ist, je größer der Abstand der betreffenden Temperatur-Luftfeuchtigkeits-Kombination von der des vitalen Optimums" ist" (1930, 440). Verkürzung der Lebensdauer bedeutet Erhöhung der Sterblichkeit. Der optimale Bereich kann je nach der Insektenart enger oder weiter begrenzt sein. Innerhalb der Art gibt es Entwicklungsstadien, die relativ unempfindlich gegenüber Witterungsfaktoren sind. „Stets finden wir aber ein oder mehrere Stadien, in denen die Sterblichkeit außerhalb eines engen Bezirkes um das vitale Optimum herum so ungeheuer ist, daß kein oder doch kaum ein Individuum überlebt. Diese empfindlichsten Stadien sind es, welche für die klimatisch bedingte Sterblichkeit entscheidend sind" (1931, 101). Bei den Insekten handelt es sich meist um die Eier oder die frisch geschlüpften Larven, die in Massen zugrunde gehen.

Die Theorie stützt sich nicht nur auf Laboratoriumsuntersuchungen; „alle modernen quantitativen Freilanduntersuchungen . . . ergeben, daß eine Sterblichkeit von 85—90 % während der allerjüngsten Entwicklungsstadien die Regel ist" (1931, 101).

„Die große Rolle, welche man bisher den Parasiten und Räubern im Massenwechsel — besonders der Insekten — zuschrieb, beruhte auf einem grundlegenden Mißverständnis der Natur. Sammelte man hundert nahezu erwachsene Raupen eines Schmetterlings z. B. in der Natur, so schlüpften bisweilen nur 10—40 Falter und 60—90 Parasiten. Besonders nach Massenvermehrungen der Wirte nahm die Parasitierungsziffer oft gewaltig zu, so daß man sich zu dem Schluß berechtigt glaubte, daß eben jene angeschwollene Parasitierungsziffer der Grund des Zusammenbruchs der Massenvermehrung sei. Da aber die Sterblichkeit der jungen Entwicklungsstadien bereits meist 90 % überschritten hat, so ist eine tatsächliche 80prozentige Parasitierung der alten Raupen im epidemiologischen Sinne nur eine 8prozentige" (1931, 101/102).

„Die Schwankungen der ‚Säuglingssterblichkeit' sind es, welche in erster Linie für den Individuenbestand verantwortlich sind" (1931, 102).

Soweit Bodenheimer. Zur Beurteilung seiner logisch aufgebaut und gut fundiert erscheinenden Theorie muß zunächst ein Blick auf den Begriff des Optimums und seine Verwendung für die Erklärung des Massenwechsels geworfen werden.

Als Optimum wird allgemein in der Biologie der für eine Lebenserscheinung günstigste Bedingungsbereich bezeichnet. Der Begriff läßt sich sowohl auf eine Bedingung oder eine Kombination von Bedingungen wie auf eine Lebenserscheinung beziehen. So kann ein optimaler Temperaturbereich oder eine optimale Temperatur-Feuchtigkeits-Kombination etwa für die Nahrungsaufnahme gesucht werden. Es können aber auch optimale Bedingungen für verschiedenerlei Lebens-

erscheinungen eines Einzelwesens, etwa Wachstum, Laufgeschwindigkeit, Nahrungsaufnahme, oder einer Population, wie Fruchtbarkeit, Vitalität, ermittelt werden. Unter Optimum wird dabei nicht immer dasselbe verstanden (siehe Kozhantschikow 1934, 1936). Als vitales Optimum, das uns in diesem Zusammenhang allein interessiert, wird jedoch eindeutig der Bedingungsbereich anerkannt, in dem die geringste Sterblichkeit eintritt, in welchem also die größtmögliche Zahl der Individuen einer Population überlebt.

Bodenheimer schränkt gemäß seiner oben wiedergegebenen Definition den Begriff vitales Optimum auf die beiden Bedingungen Temperatur und Luftfeuchtigkeit ein. Alle übrigen Faktoren, die lebenverkürzend wirken können, so die übrigen Komponenten des Wetters, wie Licht, Niederschlag, Wind u. a., ferner der Boden mit seinen verschiedenen Eigenschaften, die Nahrung usw. bleiben unberücksichtigt. Ob das berechtigt ist, soll vorläufig dahingestellt bleiben.

Das vitale Optimum ist bisher fast ausschließlich in Laboratoriumsuntersuchungen mit konstanten Temperatur-Luftfeuchtigkeits-Kombinationen gesucht worden. Da die in unseren Breiten im Freiland lebenden Insekten sich niemals in dauernd gleichbleibenden Luftfeuchtigkeitsbedingungen aufhalten, sind ihnen in den Experimenten vom Normalen völlig abweichende Verhältnisse geboten worden. Wenn man daraus Schlüsse auf das Witterungsoptimum im Freiland zieht, so heißt das nichts anderes, als wenn in Versuchen mit Nonnenraupen, die mit Palmen- und Bananenblättern gefüttert werden, ihr Nahrungsoptimum im mitteleuropäischen Wald ermittelt werden soll. Das im physiologischen Experiment ermittelte Optimum gilt nur für die in diesem Versuch gebotenen Bedingungen, solange nicht seine allgemeinere Gültigkeit durch entsprechend geartete Untersuchungen nachgewiesen wird.

Wie wenig die Ergebnisse von Laboratoriumsversuchen in konstanten Temperaturen mit solchen von ganz ähnlich angesetzten Experimenten, aber in zwei alternierend einwirkenden Temperaturen übereinzustimmen brauchen, zeigen schlagartig die Resultate Voutes (1936) mit Mehlmotteneiern: wurden zwei Temperaturen, die jede für sich allein absolut fatal wirkten, kombiniert, so entwickelte sich ein Teil der Eier; beim Vergleich des Mittelwerts der Wechseltemperaturen mit der entsprechenden konstanten Temperatur ergab sich keine Übereinstimmung hinsichtlich der Mortalität. Wenn aber schon gleichartig aufgebaute Laboratoriumsversuche solche Unterschiede ergeben, mit welcher Vorsicht muß dann die Auswertung der bei konstanten Laboratoriumsbedingungen gefundenen Zusammenhänge für die Verhältnisse des Freilandes erfolgen!

Die gleichen Bedenken müssen geltend gemacht werden, wenn Janisch (1934, 1938) in von Bodenheimer abweichender Weise dem klimatischen Optimum grundlegende Bedeutung für den Massenwechsel der Insekten beimißt. Während Bodenheimer die unmittelbar letale Wirkung nichtoptimaler Witterungsbedingungen, die namentlich auf besonders empfindliche, „kritische Stadien" (Zwölfer 1931) treffen, in den Vordergrund rückt, sieht Janisch die Bedeutung des Optimums vor allem darin, daß jede Abweichung von ihm „eine

Schädigung des betreffenden Organismus bedeutet, die sich im Laufe der Entwicklung unter den Einflüssen der Witterung, der zur Verfügung stehenden Nahrung, etwa eintretenden Hungerperioden, bei Krankheiten usw. irgendwie auswirken muß . . . Von der Größe der erlittenen Schädigung ist die Schnelligkeit der Entwicklung, der Umfang der Sterblichkeit, die Vermehrungsfähigkeit und der Gesundheitszustand der Nachkommen und schließlich auch die Anfälligkeit gegen Krankheiten und gegen Bekämpfungsmaßnahmen abhängig" (1938, 384). Wenn auch die grundsätzliche Bedeutung nichtoptimaler Witterungseinflüsse für die konstitutionelle Beschaffenheit des Organismus anerkannt werden muß, so gilt gegen die Ermittlung der speziellen Optimalwerte, wie sie beispielsweise für die Nonnenraupe erfolgte, der gleiche Einwand wie oben: die bei der Untersuchung gebotenen Bedingungen waren mit denen, die im normalen Biotop des Tieres herrschen, nicht vergleichbar. Das Ergebnis eines unter bestimmten Bedingungen durchgeführten Versuchs läßt sich aber nicht ohne weiteres auf ganz andersgeartete Verhältnisse übertragen.

Ein Beispiel für viele: in Laboratoriumsversuchen von Zwölfer zeigten Forleulenfalter, die bei einer Temperatur von 8° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80—90 % gehalten wurden, ein schwerfälliges, an Starrezustände erinnerndes Verhalten; im Freiland beobachtete Schwerdtfeger (1932) in dem Zeitraum vom 23. bis 27. April 1932, der eine mittlere Temperatur von 7,6° C und eine mittlere relative Luftfeuchtigkeit von 83 % aufwies, lebhaftes Schwärmen der Falter. Obwohl durchschnittliche Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Freien den konstanten Verhältnissen im Laboratorium entsprachen, waren die Reaktionen der Falter grundverschieden.

Aus den zahlreichen anderen Einwänden, die vorgetragen werden könnten, sei nur herausgegriffen, daß bei allen Laboratoriumsuntersuchungen über den Einfluß der Temperatur die Sonnenstrahlung, deren Bedeutung für die normalerweise im Sonnenlicht lebenden Organismen kaum zu bezweifeln ist, ausgeschaltet wurde, daß ferner die Versuchstiere nicht die im Freien bestehende Möglichkeit besaßen, durch Ortswechsel geeignete Temperatur- oder Feuchtigkeitsverhältnisse aufzusuchen (s. a. Friederichs 1937, 42).

Mit diesen Feststellungen soll kein allgemeines Urteil über Wert oder Unwert von Laboratoriumsuntersuchungen abgegeben oder ein wertmäßiger Unterschied zwischen Laboratoriums- und Freilandsarbeit aufgestellt werden. Beide haben ihre Aufgabe und nur ihre Kombination wird uns einer Aufhellung des Massenwechselproblems näherbringen können (s. a. Blunck 1930; Escherich 1937). Wenn erstere den Vorteil hat, unter künstlich vereinfachten Bedingungen mit feinster Methodik bestimmten Teilfragen nachgehen zu können, muß sie sich gefallen lassen, daß ihre Ergebnisse nur dann für die Klärung biologischer Geschehnisse, die sich im Freiland abspielen, als wertvoll anerkannt werden, wenn sie sich unter den natürlichen Verhältnissen des Biotops bestätigen lassen. Daß dabei Schwierigkeiten zu überwinden sind, darf von dem Versuch einer solchen Bestätigung nicht abhalten. Wie bei der Pflanzenschutzmittelprüfung nach den laboratoriumsmäßig durchgeführten Vorversuchen erst die unter natürlichen Verhältnissen vorgenommene Hauptprüfung das endgültige Urteil über ein Präparat liefert, so kann auch aus den bestfundierten Laboratoriumsunter-

suchungen ohne gewissenhafte Nachprüfung im Freiland keine Erklärung des Massenwechselproblems gefunden werden.

Bodenheimer glaubt die Freilandbestätigung seiner Theorie in einer Reihe von ihm zitierter Untersuchungen zu finden und zieht daraus den oben wiedergegebenen Schluß, daß während der jüngsten Entwicklungsstadien, im Ei- und Eilarvenstadium, infolge nichtoptimaler Witterung regelmäßig 85—90 % der Population absterben. Zur Nachprüfung dieses Satzes sollen die Ergebnisse von Populationsanalysen, die in den letzten Jahren beim Auftreten verschiedener Forstschädlinge durchgeführt wurden, und auf die später noch näher einzugehen ist, auf die Höhe der Sterblichkeit im Ei- und Eilarvenstadium durchgesehen werden.

Die Forleule wies 1932 in Neuendorf im Eistadium eine Sterblichkeit von 8—14 %, im ersten und zweiten Raupenstadium zusammen eine solche von durchschnittlich etwa 12 % auf (77). Der gleiche Schädling zeigte im Jahre darauf in verschiedenen Forstämtern Preußens eine Mortalität als Ei von 12—22 %, als Eiraupe von 26—40 % (79). Im Jahre 1937 wurde der Kiefernspanner in der Letzlinger Heide entscheidend durch den Chalcidier *Trichogramma evanescens* Westw. beeinflußt, dem zwei Drittel der Eier zum Opfer fielen; an anderen Ursachen eingegangene Eier fanden sich nur zu 0,02—3,18 %; im Eiraupenstadium gingen 19—58 % ein (97). Der Kiefernspinner wies 1934 in Malterhausen eine Eisterblichkeit von 50 %, eine solche im Eiraupenstadium von 77 % auf (83). Die Eier von *Diprion sertifer* Geoffr. starben 1935 in Waitze zu weniger als 5 %, die Eilarven zu rund 15 % (82). Die Eimortalität von *Acantholyda erythrocephala* L. betrug am gleichen Ort 1940 etwa 5 % (86).

Überblicken wir diese, zum Teil aus gelegentlicher Beobachtung, zum größeren Teil aus sorgfältiger Analyse stammenden Zahlen, so ergibt sich, daß von 6 untersuchten Fällen einer eine hohe Ei- und Eiraupenmortalität aufwies (Kiefernspinner 1934), während in den übrigen 5 Fällen die Sterblichkeit der jüngsten Stadien weit hinter den von Bodenheimer als Regel erklärten Zahlen zurückblieb und zum Teil so gering war, daß sie für die Bevölkerungsbewegung ohne größere Bedeutung blieb. Die hohe Eiparasitierung des Kiefernspanners kann hierbei unberücksichtigt bleiben, da Bodenheimer seine Zahlen nur auf witterungsbedingte Sterblichkeit bezieht. Aber auch in den oben mitgeteilten Zahlen sind Mortalitätsanteile, die auf Nichtbefruchtung, Parasiten, Räuber usw. zurückzuführen sind, enthalten, so daß die durch nichtoptimale Witterung verursachte Sterblichkeit kleiner sein muß als die mitgeteilten Zahlenangaben erkennen lassen.

Die witterungsbedingte „Säuglingssterblichkeit" hat somit in diesen 5 Fällen — von insgesamt 6 — keine wesentliche Rolle gespielt. Sie kann daher, auch wenn in vielen anderen Fällen hohe Mortalität in den Jugendstadien beobachtet wird, nicht als der „in erster Linie für den Individuenbestand verantwortliche" Faktor angesehen werden.

Die Experimental- und Beobachtungsergebnisse, welche der Witterungstheorie und besonders ihrer von Bodenheimer gestalteten extremen Form zugrundeliegen, sind mithin nicht stichhaltig. Die auf ihnen aufgebaute Kombination von der allein ausschlaggebenden Bedeutung der Witterung ist unbewiesen. Sie ist darüber hinaus in der

von Bodenheimer vertretenen Form falsch, da sie einseitig ihren Blick auf die unmittelbare Wirkung der Witterung richtet und alle übrigen den Massenwechsel bedingenden Faktoren nicht genügend berücksichtigt (s. a. Nicholson 1933 und Smith 1935). Der entscheidende Fehler der Witterungstheorie ist die völlige Verkennung der biocönotischen Verflechtung des Einzelorganismus und der Populationen. Es ist hier noch nicht der Platz, den Nachweis für diese Behauptung zu erbringen; das geschieht im weiteren Verlauf unserer Erörterungen.

Als Verdienst ist der Witterungstheorie zu buchen, daß sie durch ihre neuartigen, das Alte rücksichtslos umstoßenden Ideen die ins Stocken geratene Arbeit am Massenwechselproblem in Schwung brachte. Die Einseitigkeit ihrer Blickrichtung zwang die Forscher, die sich mit der Gradologie der Insekten befaßten, zur Auseinandersetzung mit der Frage, welche Bedeutung die Witterung für Entstehung und Ende von Massenvermehrungen besitzt. Sie gab den Anstoß zu Versuchen, „die bisher meist nur vermuteten oder instinktiv gefühlten oder unzulänglich abgeleiteten Beziehungen zwischen Klima und Massenwechsel durch immer feiner werdende experimentelle Methoden, durch genaueste durch mehrere Jahre hindurch ad hoc angestellte Beobachtungen im Freien oder durch historisch-statistische Untersuchungen über größere Zeitabschnitte scharf zu erfassen und womöglich auf eine mathematische Formel zu bringen“ (Escherich 1930, 527). So hat die Witterungstheorie wesentlichen Anteil an der seit etwa 1930 einsetzenden, vielfältigen, der Klärung des Massenwechselproblems dienenden Arbeit, deren Ergebnisse in einem späteren Abschnitt zusammengefaßt werden sollen.

c) Übervölkerungstheorie

Neuerdings hat Eidmann (1934, 1937) eine Arbeitshypothese zur Theorie der Bevölkerungsbewegung der Insekten entwickelt, der ich der Einfachheit halber den obigen Namen geben möchte. Als Ausgangspunkt dient die Erfahrung, daß in den Hauptschadgebieten vielfach Gradationen eine gewisse Periodizität aufweisen und sich mit großer Regelmäßigkeit alle 10—12 Jahre wiederholen (Eidmann 1931). Verfolgt man, etwa auf Grund der jährlich ermittelten Puppenzahlen der Forleule, die Populationsdichte nach Beendigung einer Gradation, so erkennt man, daß sie stetig ansteigt bis zum Höhepunkt der nächsten Gradation, wieder absinkt und so fort. Die Bevölkerungsbewegung erfolgt also in regelmäßigen Wellen, eine Gradation folgt unmittelbar der anderen.

Zur Erklärung dieser Wellenbewegung hält Eidmann in den Hauptschadgebieten die Umweltbedingungen für die in Frage kommenden Schädlinge ständig für so günstig, „daß sich der Vermehrungskoeffizient dauernd über 1 zu halten vermag, daß also eine stete Zunahme der Bevölkerungsdichte stattfindet. Diese steigt jedoch nicht ins Ungemessene,

sondern wird periodisch immer wieder nach Erreichung einer gewissen, meist zu wirtschaftlichen Schäden führenden Höhe wieder unterbrochen durch einen oft katastrophalen Abfall, die Krise der Kalamität" (26, S. 51). Hierbei spielt „der zur Zeit noch wenig genau zu fassende Begriff der sogenannten Übervölkerungserscheinungen eine wesentliche Rolle, die dahin zusammengefaßt werden kann, daß der Schädling sich infolge seiner gewaltigen Vermehrung und der dadurch bedingten Verringerung des Lebensraumes selbst wieder die Lebensbedingungen verschlechtert. Dabei spielen endogene (Verminderung der Fruchtbarkeit und des Weibchenanteils, konstitutionelle Bereitschaft für Erkrankungen und Seuchen usw.) wie exogene Faktoren (Nahrungsmittel, gegenseitige Behinderung, Parasiten usw.) eine Rolle. Die Krisenfaktoren können somit geradezu als eine Funktion der Populationsdichte aufgefaßt werden. Sie führen unabhängig vom Klima, ja sogar gegen eine günstige, gradationsfördernde Klimakonstellation zum Zusammenbruch, der ein gewaltiges Absinken der Populationsdichte zur Folge hat. Mit der dadurch bedingten plötzlichen enormen Erweiterung des Lebensraumes werden die Krisenfaktoren geringer, und es beginnt ein neuer Aufstieg" (26, S. 51). Genauere Angaben über die Krisenfaktoren bei einem speziellen Schädling, der Forleule, macht Eidmann 1934.

„In den Schadgebieten, also in jenen Gebieten, in welchen (im Gegensatz zu den bisher betrachteten Hauptschadgebieten [Schw.]), in langen, unregelmäßigen Zeiträumen gelegentlich einmal eine Kalamität vorkommt, sind die Umweltbedingungen weniger günstig. Der Vermehrungskoeffizient liegt nicht stets über 1, sondern oft auch darunter, so daß für gewöhnlich keine Massenvermehrung entstehen kann. Nur wenn eine Reihe aufeinanderfolgender, besonders günstiger Jahre einen längeren Anstieg der Populationsdichte ermöglicht, sind die Voraussetzungen zu einer solchen gegeben. Daher ist eine Periodizität in diesen Gebieten nicht vorhanden. In dem übrigen Verbreitungsgebiet des Schädlings endlich, in welchem Kalamitäten überhaupt nicht eintreten, sind die Umweltbedingungen noch ungünstiger, eine zur Einleitung einer Massenvermehrung erforderliche Serie günstiger Jahre kommt überhaupt nicht vor; Kalamitäten treten hier demgemäß nicht auf" (26, S. 51).

Entscheidend für den Massenwechsel sind somit die Umweltbedingungen, deren Gunst in bezug auf den Schädling von seinem Verbreitungsgebiet über das Schadgebiet bis zum Hauptschadgebiet ansteigt. Über das Wesen dieser Umweltbedingungen, d. h. also über die eigentlichen Ursachen des Massenwechsels wird nichts ausgesagt.

Im Hauptschadgebiet liegen so günstige Umweltverhältnisse vor, daß die Sterblichkeit dauernd geringer ist als die Nachkommenzahl, daß somit der Vermehrungskoeffizient ständig über 1 liegt und die Bevölkerungsdichte ansteigt bis zu einem Punkt, in dem Übervölkerungserscheinungen auftreten und sich der Schädling „selbst wieder die

Lebensbedingungen verschlechtert". Das Wechselspiel zwischen Vermehrung und Übervölkerung ergibt eine regelmäßige, wellenförmige Bevölkerungskurve, deren Verlauf und Zustandekommen der schon oben angezogenen Populationskurve von Volterra entspricht, nur daß dieser statt der Übervölkerungserscheinungen einen Parasiten als Gegenspieler annahm. Wesentlich ist auch, daß das Ende des Anstiegs sozusagen aus einer inneren Gesetzmäßigkeit heraus erklärt wird, indem sich die Population selbst durch ihr übermäßiges Wachstum die Daseinsmöglichkeiten nimmt.

Wenn sich die Eidmannsche Arbeitshypothese der regelmäßigen, durch Vermehrung und Übervölkerung bedingten Populationswellen bestätigen läßt, so wäre damit für einen bestimmten Bereich des Verbreitungsgebiets einer Art, nämlich für das Hauptschadgebiet, eine Teillösung des Massenwechselproblems gefunden. Eine Teillösung deshalb, weil die Umweltbedingungen ungeklärt bleiben, welche allgemein, auch im ansteigenden Ast der Kurve, der Vermehrung entgegenwirken und die für die Beantwortung der Frage, weshalb es in dem einen Gebiet zu Massenvermehrungen kommt und in dem anderen nicht, entscheidend sind (s. a. Friederichs 1935, 23). Die von Eidmann selbst geforderte Nachprüfung ist möglich auf Grund eines bereits jetzt sehr reichhaltigen statistischen Materials, das durch die jährlichen Probesuchen nach Schädlingen in den Staatsforsten zusammengetragen wird und durch die Zusammenfassung in den Puppenbüchern (Schwerdtfeger 1938) nach einigen weiteren Jahren eine schier unerschöpfliche Fundgrube für viele Fragen nach dem Verlauf des Massenwechsels von Forstinsekten darstellen wird.

Eidmann bringt zur Begründung seiner Hypothese einige von mir veröffentlichte Zahlenangaben über die Entwicklung von Forleulenpopulationen, und zwar eine Reihe von Puppenzahlen aus dem Forstamt Zawadzki (1934, 21), die aber nur 5 Jahre umfaßt und daher für weitere Schlüsse zu kurz ist, ferner drei je 10jährige Reihen aus den Forstämtern Neuendorf, Tütz und Rohrwiese (1937, 50). Die letzteren Angaben sind einer Tabelle entnommen (Schwerdtfeger 1934, 6), die außer den drei genannten Forstämtern noch drei weitere aufführt, deren Puppen-

Tabelle 1

Populationsbewegung der Forleule in 6 preußischen

Forstamt	Puppen je Ar im Dezember								
	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932
Neuendorf	156	0,8	0,3	1	2	7	40	440	91
Tütz	2	0,3	0,4	2	3	8	15	258	878
Rohrwiese	0,1	0,05	0,02	0,6	0,9	2,6	3,2	19	215
Neubrück	359	0,03	0,13	0,11	0,3	1,3	4,5	11	27
Pütt	8,2	0,0	0,0	0,11	0,03	0,1	3	58	1 027
Hohenbrück . . .	1	0,06	0,04	0,15	0,5	1,7	1,2	13	365

zahlen nicht den gleichmäßigen Anstieg von Gradation zu Gradation zeigen wie die erstgenannten.

In Tabelle 1 sind in dem links oben umrandeten Teil die von Eidmann herangezogenen Zahlenangaben noch einmal wiedergegeben, darunter sind die entsprechenden Angaben für die anderen drei Forstämter gemacht. Man erkennt bei diesen letzteren, daß der 1925—1927 beginnende Anstieg der Populationskurve durch ein Absinken in den Jahren 1927 bzw. 1928 bzw. 1930 unterbrochen wird. Mit Recht kann allerdings hier der von Eidmann allgemein gemachte Einwand erhoben werden, daß solche bei sehr niedrigen Populationszahlen sich zeigenden Unregelmäßigkeiten durch methodische Unzulänglichkeiten verursacht sind. Wichtiger ist daher für unsere Betrachtungen der Weiterverlauf der Populationskurven, die über die von Eidmann genannten Zahlenangaben hinaus hier bis zum Jahre 1940 fortgeführt werden.

Bei strenger Gültigkeit der Übervölkerungstheorie müßten die Puppenzahlen nach dem Maximum in den Jahren 1931 bzw. 1932 zu einem Minimum absinken und dann gleichmäßig ansteigen zu einem neuen Höhepunkt, der ungefähr im Jahre 1942 zu erwarten wäre. In Neuendorf verringert sich die Eulenmenge von 1931 bis zu einem Minimum in den Jahren 1934 und 1935, wächst dann bis 1937, sinkt dann wieder ab und setzt nun zu einem neuen, anscheinend stärkeren Anstieg an. Ein gleichmäßiges Aufsteigen ist also nicht zu erkennen. Der Einwand, daß der Abfall im Jahre 1938 möglicherweise auf einem Suchfehler beruhe, entfällt, da die Bevölkerungsbewegung in den übrigen Revieren ganz analog verläuft: nach dem Minimum im Jahre 1934 erfolgt ein Aufstieg bis 1936, dann ein kleiner Abstieg und darauf wieder eine Aufwärtsbewegung. Danach kann ein Suchfehler nicht vorliegen; es ist vielmehr als Tatsache hinzunehmen, daß die in großen Zügen von 1934—1940 ansteigende Populationskurve in dieser Tendenz durch den Abfall 1937/38 gestört wird.

Trotzdem kann von Verfechtern der Übervölkerungstherorie mit Recht gesagt werden, daß die große Linie des Aufstiegs in den Zahlen zwischen 1934 und 1940 gewahrt und seine kurze Unterbrechung ver-

Forstämtern von 1924 bis 1940

Forstamt	Puppen je Ar im Dezember							
	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940
Neuendorf	1,1	0,2	0,2	1,5	3,4	1,1	5,7	7,3
Tütz	20	1,0	1,4	4,1	4,0	4,1	7,0	11,5
Rohrwiese	5	0,5	2,0	2,0	1,0	0,7	2.0	11
Neubrück	0.8	0,5	0,9	2,0	1,5	0.9	3,1	7
Pütt	5,1	1,1	1,7	7,5	0,7	0,5	0.9	4
Hohenbrück . . .	1,6	1,4	1,2	10,2	1,4	1,9	4,2	4,1

mutlich durch ein besonderes Ereignis, das die Sterblichkeit ungewöhnlich erhöhte, verursacht sei. Die Zahlenangaben der Tabelle können deshalb weder eine Bestätigung der Theorie liefern noch ihre Ablehnung rechtfertigen. Deshalb sollen weitere Suchergebnisse auf ihre Übereinstimmung mit der Theorie geprüft werden.

In Abb. 1 sind die Populationskurven von Kiefernspanner, Forleule und Kiefernspinner im Forstamt Letzlingen, etwa 35 km nordnordwestlich

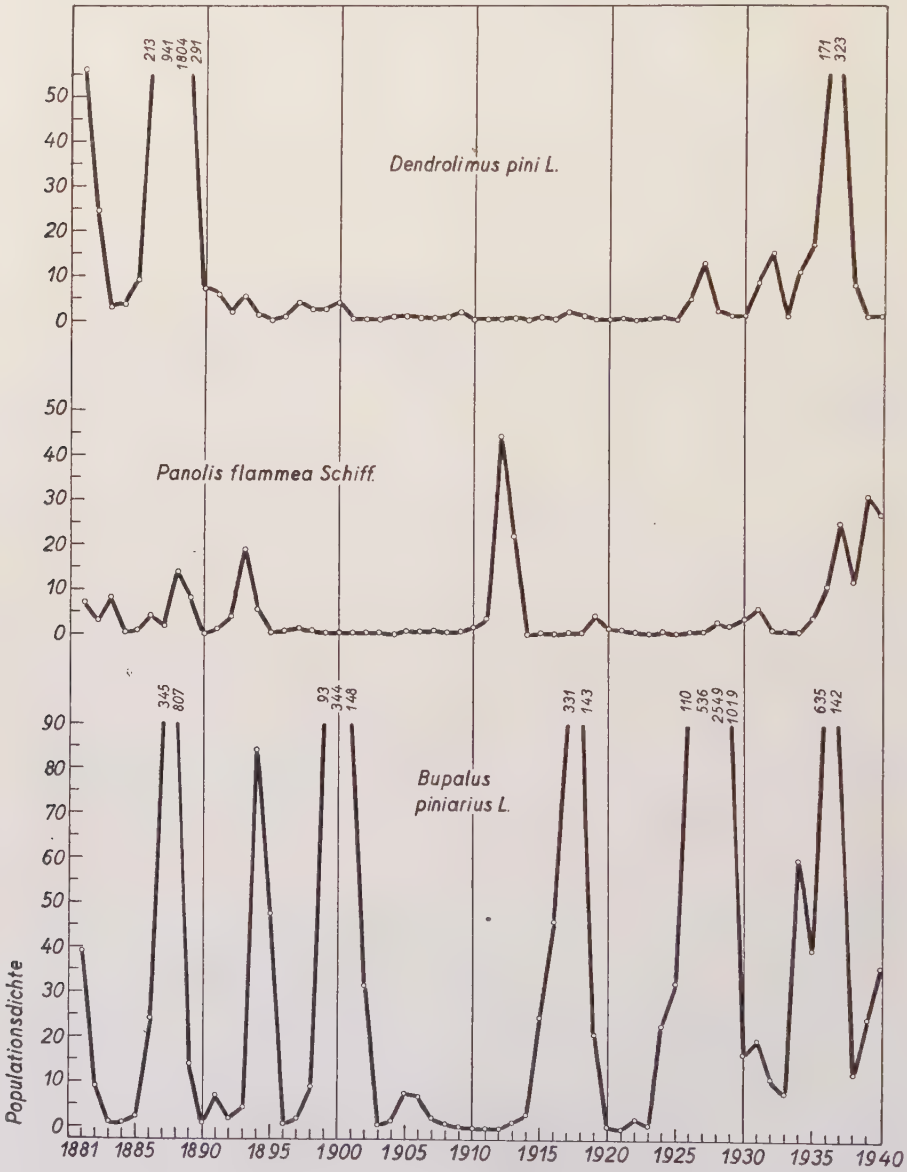


Abb. 1. Populationskurven von Kiefernspanner, Forleule und Kiefernspinner im Forstamt Letzlingen für den Zeitraum von 1881—1940

von Magdeburg, für den Zeitraum von 1881—1940, also für 6 Jahrzehnte dargestellt. Die Kurven sind, allerdings nur bis 1930 und in anderer Form, bereits 1935 von mir veröffentlicht worden (81); über das Zustandekommen der Unterlagen wurde dort Näheres mitgeteilt. Die Letzlinger Heide ist neben dem Nürnberger Reichswald das ausgeprägteste Spannerhauptschadgebiet Deutschlands; immer wieder verursacht der Kiefernspanner Fraßkalamitäten. Wenn überhaupt irgendwo die Spannerkurve der Übervölkerungstheorie gemäß verläuft, muß es in Letzlingen der Fall sein. Absinken und Anstieg der Kurve von 1881 bis zum ersten Höhepunkt 1888 entsprechen ganz der Neuendorfer Eulenkurve, die Eidmann zur Erläuterung seiner Theorie wiedergibt (1934, 22). Aber bereits in der nächsten Periode, von 1888 bis zum Kulminationspunkt 1900, verläuft die Kurve anders: das Tal ist nicht ausgeglichen, sondern weist zwei Ausschläge nach oben auf, deren erster (1891) gegebenenfalls auf Suchfehler zurückgeführt werden könnte, deren zweiter (1894) aber so ausgeprägt ist, daß er auf tatsächlicher Vermehrung beruhen muß; es ist keine Massenvermehrung, denn es werden nur 84 Puppen je Ar, also 0,84 je Quadratmeter erreicht, keine allzu große Zahl, wenn im allgemeinen die kritische Puppenzahl bei 6 je Quadratmeter angenommen wird; dementsprechend kann der Rückgang der Vermehrung auch nicht auf „Übervölkerungs"erscheinungen zurückgeführt werden. In der nächsten Periode, zwischen den Kulminationspunkten 1900—1917, ist der Bevölkerungsgang wieder ein anderer: nach scharfem Rückgang vermehrt sich der Spanner bis zu einem kleinen Höhepunkt 1905, der wiederum tatsächlich ist und nicht auf Suchfehlern beruht, da er sich im benachbarten Forstamt Jävenitz auch deutlich heraushebt (vgl. Schwerdtfeger 1935, 473); nach erneutem Abfall bleibt die Kurve von 1908 bis 1912 ungefähr auf gleicher Höhe, um dann zu einer Massenvermehrung anzusetzen. Die folgende Periode von 1917—1928 entspricht der Übervölkerungstheorie, sofern man den kleinen Rückgang 1923 als methodisch bedingt ansieht. Dagegen steht die letztdargestellte Periode, 1928 bis 1936, wiederum nicht in Übereinstimmung mit der Theorie.

Auch der Kiefernspinner ist mehrfach in der Letzlinger Heide als Schädling aufgetreten (Schwerdtfeger 1935, 32). Die dargestellte Populationskurve erfaßt zwei Kalamitäten, die erste mit dem Höhepunkt 1888, die zweite, die durch Leimung beendet wurde, mit der Kulmination 1937. Der Bevölkerungsgang zwischen diesen beiden Massenvermehrungen entspricht nicht der Übervölkerungstheorie, obwohl es sich um ein Hauptschadgebiet nach der von Schwerdtfeger (1935, 18) gegebenen Definition handelt.

Danach wird als Hauptschadgebiet bezeichnet, wo wiederholt Gradationen Schäden von bedeutenderem wirtschaftlichen Ausmaß verursacht haben. Eidmann (1934, 15) faßt den Begriff enger und versteht unter Hauptschadgebiet diejenigen Orte, an denen in ziemlich regelmäßiger Periodizität von annähernd 10 Jahren Kalamitäten zur Eruption kommen. Nach dieser letzten Definition kommen als Hauptschadgebiete des Kiefernspanners höchstens der Nürnberger Reichswald und die Letzlinger Heide in Frage. Für die Forleule kenne ich kein

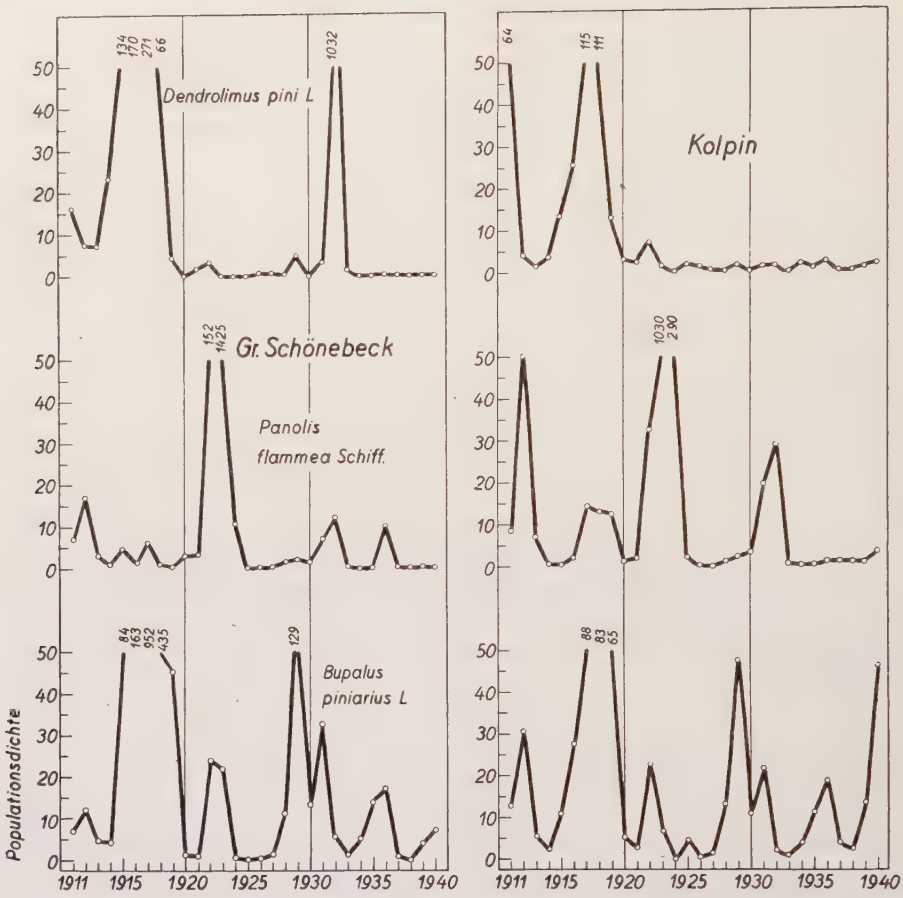


Abb. 2. Populationskurven von Kiefernspanner, Forleule und Kiefernspinner in den Forstämtern Groß-Schönebeck und Kolpin für den Zeitraum von 1911—1940

Gebiet, in dem etwa alle 10 Jahre die Eruption einer Kalamität erfolgt. Auch die von Eidmann (1934, 20) als Beispiel genannten Gebiete von Mittelfranken und Schweinitz entsprechen nicht dieser Definition; denn nach dem Sprachgebrauch wird unter Kalamität eine enorme, katastrophale Massenvermehrung (Escherich 1914, 214), unter Eruption das Gradationsstadium, das heftige Symptome, starke Fraßbeschädigungen bis Kahlfraß zeigt, verstanden (Escherich 1931, 51); in Mittelfranken verursachte nach der Eidmannschen Darstellung die Forleule zwischen 1840 und 1900 meist nur Naschfraß und nur einmal Lichtfraß in Schweinitz trat in dem Zeitraum von 1860—1930 nur zweimal Kahlfraß ein. Auch für die anderen Forstschädlinge sind Gebiete, in denen mit einiger Regelmäßigkeit in Perioden von ungefähr 10 Jahren Kalamitäten mit Eruptionen auftreten, höchstens als ganz seltene Ausnahmen zu finden. Mir ist zur Zeit keines bekannt, das diesen Bedingungen entspricht.

In Abb. 1 ist die Populationskurve der Forleule der Vollständigkeit halber als Beispiel für einen sonst üblen Schädling angegeben, der in dem betreffenden Gebiet, soweit Aufzeichnungen vorliegen, noch niemals eine Massenvermehrung gezeigt hat; die Letzlinger Heide ist kein Schadgebiet der Forleule.

Zur weiteren Prüfung der Übervölkerungstheorie hinsichtlich ihrer Übereinstimmung mit den tatsächlichen Verhältnissen bringt Abb. 2 die Populationskurven von Kiefernspanner, Forleule und Kiefernspinner für den Zeitraum von 1911—1940 aus den Forstämtern Groß-Schönebeck (Schorfheide), etwa 45 km nördlich von Berlin, und Kolpin, etwa 50 km südostwärts Berlin. Beide Orte haben wiederholt Kalamitäten von Forleule und Kiefernspinner erlebt, sind also nach meiner Definition Hauptschadgebiete für diese beiden Insekten, nicht aber für den Kiefernspanner. Eine eingehende Besprechung der Populationskurven erübrigt sich, da sie für unsere Betrachtung gegenüber der Abb. 1 nichts grundsätzlich Neues bringen. Weitere Populationskurven, die zur Prüfung der Theorie zur Verfügung stehen, bringt meine Veröffentlichung aus dem Jahre 1935.

Es zeigt sich, daß die Populationskurve von Forstschädlingen in ihren Hauptschadgebieten zuweilen in Gestalt einer regelmäßigen Welle verläuft und damit der Übervölkerungstheorie entspricht. Das ist aber nicht die Regel. In der Mehrzahl der vorgeführten Fälle, die beliebig herausgegriffen wurden, lag der Vermehrungskoeffizient nicht ständig über 1, die Population vermehrte sich nicht dauernd bis zur katastrophalen Kulmination, sondern erlebte auch zwischendurch Rückgänge. Zuweilen blieb die Kurve für längere Zeit mit kleinen Ausschlägen nach oben und unten fast auf gleicher Höhe, um dann zu einer Massenvermehrung anzusetzen. Die Voraussetzungen für ein allgemeines Zutreffen der Übervölkerungstheorie liegen demnach nicht vor. Auch in den Hauptschadgebieten erscheint ein Populationsverlauf, welcher der Theorie entspricht, nur als vereinzelter Spezialfall.

Von Bedeutung bleibt weiterhin der Hinweis auf die Übervölkerungserscheinungen, welche die Gradationskurve nach Erreichen einer bestimmten Höhe sozusagen aus innerer Gesetzmäßigkeit heraus zum Abfall bringen müssen.

4. Die populationsdynamischen Faktoren

Keine der geschilderten, zur kausalen Deutung des Massenwechselproblems aufgestellten Theorien und Arbeitshypothesen kann als Lösung befriedigen. Wenn versucht werden soll, in dieser Frage einen Schritt weiter zu kommen, ist es nötig, sich zunächst ohne Festlegung auf eine der genannten Theorien die wesentlichsten gradationsauslösenden Möglichkeiten vor Augen zu führen und zu prüfen, ob und wieweit sie nach unserem Wissen verwirklicht werden können. Gerade in den letzten Jahren sind zahlreiche Ergebnisse von Laboratoriumsuntersuchungen und Freilandbeobachtungen bekannt geworden, die für das Massenwechselproblem von Bedeutung sind, im Zusammenhang und unter dem Gesichtspunkt seiner kausalen Begründung aber noch nicht bearbeitet wurden. Unter Berücksichtigung dieser neuen Unterlagen sollen zunächst einmal die Erscheinungen, die eine Populationsänderung bewirken können, d. h. die populationsdynamischen Faktoren, in loser

Aneinanderreihung vorgeführt werden. Aus dem umfangreichen Schrifttum können dabei, wie schon gesagt wurde, nur Proben gebracht werden. Dem Arbeitsgebiet des Verfassers entsprechend sind die Beispiele vorwiegend der Forstentomologie entnommen.

Um ein Einteilungsprinzip für die Durchsicht der populationsdynamischen Faktoren zu gewinnen, muß auf die bekannte, grundsätzliche Feststellung zurückgegriffen werden, daß die Populationsdichte einer Art aus der Fruchtbarkeit oder Vermehrungpotenz auf der einen und der natürlichen Sterblichkeit oder Mortalität auf der anderen Seite resultiert. Die Fruchtbarkeit ist bedingt durch den Anteil der Weibchen innerhalb der Population und der Menge der im Durchschnitt je Weibchen abgelegten Eier.

Bei dieser Formulierung ist für das populationsmindernde Prinzip der vielfach benutzte Ausdruck „Widerstand der Umwelt" vermieden worden. Auch die Fruchtbarkeit ist umweltbedingt; Nahrungsmangel setzt sie herab, günstige Witterung kann sie, z. B. bei der Nonne, fördern. Und andererseits braucht die Mortalität nicht nur durch Umwelteinflüsse verursacht zu sein; wahrscheinlich wirkt sich die Konstitution, also eine innere Eigenschaft des Tieres, mehr oder weniger stark auf die Sterblichkeit aus. Der Klarheit der Formulierung halber werden somit nur die Begriffe Fruchtbarkeit als Ausdruck für die Gesamtnachkommenzahl einer Population und Sterblichkeit als entsprechender Ausdruck für den natürlichen Abgang ohne Berücksichtigung ihrer Ursachen benutzt.

Um das Wechselspiel zwischen Fruchtbarkeit und Sterblichkeit augenfällig zu machen, sind schon häufig einfache Zahlenbeispiele gegeben worden, etwa der Art, daß von der 100 Eier betragenden Nachkommenschaft eines Kiefernspannerpärchens 98 % zugrunde gehen müssen, wenn die Populationsdichte gleich bleiben, im Jahre darauf also wieder ein Falterpaar übrig sein soll. Durch geringfügige Änderungen der Fruchtbarkeit oder der Mortalität kann die Populationsdichte entscheidend beeinflußt werden. Erhöht sich in dem angezogenen Spannerbeispiel die Fruchtbarkeit um 10 % auf 110 Eier je Weibchen, so bleiben bei einem gleichen Abgang von 98 Individuen 12 Falter oder das Sechsfache der ursprünglichen Zahl übrig. Ein Absinken der Sterblichkeit um nur 2 % auf 96 % hat eine Verdoppelung der Population zur Folge. Besonders stark wirken sich Änderungen der Fruchtbarkeit und Sterblichkeit aus, wenn sie während mehrerer Generationen gleichsinnig andauern.

Da Fruchtbarkeit und Sterblichkeit von zahlreichen verschiedenartigen Faktoren beeinflußt werden können, ist es äußerst unwahrscheinlich, daß sie sich auch nur für kurze Zeit genau die Waage halten. So muß die Populationsdichte, auch wenn man von den intrazyklischen Bevölkerungsbewegungen absieht, einem ständigen Wechsel unterworfen sein. Die Schwankungen der Individuenzahlen schlagen einmal nach oben, das andere Mal nach unten aus; Populationsänderungen um das Drei- oder Sechsfache müssen als „normal" angesehen werden.

Die sich zwangsläufig ergebende Annahme einer ständigen, von Generation zu Generation stattfindenden und recht bedeutsamen Bevölkerungsbewegung bei den nachkommenreichen Insekten wird bestätigt durch die Ergebnisse alljährlich

vorgenommener Probesammlungen. Als ein Beispiel unter vielen seien die Mengen überwinternder Kiefernspinnerraupen je Ar Bodenfläche im Forstamt Letzlingen angeführt:

1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905
0,9	3,8	2,5	2,3	4,0	0,7	0,1	0,1	0,7	0,7
1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915
0,6	0,4	0,8	1,6	0,3	0,1	0,1	0,4	0,2	1,1

Innerhalb dieses zwanzigjährigen Zeitraums ist der Spinner praktisch nicht in Erscheinung getreten; abgesehen von den eigens angestellten Probesuchen ist er kaum beobachtet worden. Es ist also nur der sogenannte eiserne Bestand vorhanden gewesen. In diesem traten Bevölkerungsschwankungen zwischen minimal 0,1 und maximal 4,0 Individuen je Ar auf, also um das Vierzigfache!

Der Normalbestand ist somit in ständiger Bewegung. Da dies für alle in einer Lebensgemeinschaft vorkommenden Arten mehr oder weniger zutrifft, herrscht in der Biocönose, auch wenn keine Massenvermehrung im Gang ist, eine lebhafte Dynamik. Ich verweise auf eine früher veröffentlichte Abbildung (Schwerdtfeger 1935, 460), in der die Bevölkerungskurven von vier forstlichen Lepidopteren aus einem Forstamt für einen Zeitraum von 50 Jahren gebracht werden: die Kurven der einzelnen Arten schwanken hin und her und ergeben in ihrer Gesamtheit ein wirres, dadurch eben anschauliches Bild von der ungeheuren, nie unterbrochenen Dynamik der Populationen, auch wenn nur der Normalbestand vorhanden ist. Dabei ist zu bedenken, daß es sich hier um vier aus der Fülle der Lebensgemeinschaft herausgegriffene Arten handelt; welch bewegtes Bild würde erst entstehen, wenn auch nur annähernd alle Arten der Biocönose in ihrer Bevölkerungsbewegung dargestellt werden könnten!

Wenn der Normalbestand, wie es zuweilen geschah, als konstant aufgefaßt wurde (Eidmann 1937, 5), so war die Übervermehrung eines Insekts sozusagen ein Ausbrechen aus der gleichmäßigen Linie des Bevölkerungsverlaufs, für das Erklärungen schwer zu finden waren bzw. in besonderen Ereignissen gesucht werden mußten. Nachdem wir die Bevölkerungsdichte als eine ständig schwankende Größe erkannt haben, ist die Übervermehrung nichts anderes als ein starkes Ausschlagen der stets hin und her pendelnden Bevölkerungskurve nach der positiven Richtung. Diese Erkenntnis fördert wesentlich das Verständnis für die Entstehung einer Übervermehrung und erleichtert die Beantwortung der Frage nach den Ursachen der Massenvermehrungen.

Welche Faktoren im einzelnen für die Entstehung der Populationsdynamik, d. h. für Änderungen der Fruchtbarkeit (Weibchenanteil und Eiproduktion) und der Mortalität in Frage kommen können, soll an einer Reihe von Beispielen erläutert werden.

a) Weibchenanteil

Daß der Sexualindex bei Insekten nicht konstant, sondern Schwankungen unterworfen ist, ergibt sich sowohl aus Freilandbeobachtungen wie aus Laboratoriumsexperimenten.

So ist der Kiefernspanner zu verschiedenen Zeiten und Orten in durchaus verschiedenem Geschlechterverhältnis aufgefunden worden, wie sich aus den Zusammenstellungen von Schwerdtfeger (1932, 106) und Subklew (1939, 20) ersehen läßt. Engel stellte ebenfalls in verschiedenen Bestandstypen wechselnde Weibchenanteile fest.

Dagegen scheint die Forleule ein ziemlich konstantes Geschlechterverhältnis zu besitzen. Jedenfalls lieferten Zuchten bisher regelmäßig etwa 50 % Weibchen (Eckstein 1924, 314; Sachtleben 1929, 25; Zwölfer 1931, 512; Schwerdtfeger 1932, 351; 1935, 19; 1937, 141).

Eine der möglichen Ursachen für die Verschiebung des Weibchenanteils innerhalb einer Population konnte Zwölfer (1934) in Laboratoriumsuntersuchungen mit Nonnen aufhellen. Je höher innerhalb gewisser Grenzen die Temperatur während der Raupenzeit war, um so größer wurde der Sexualindex: bei mittleren Temperaturen im Raupenstadium von 15,6 bzw. 27,9 ° C betrugen die Weibchenanteile im Falterstadium 33 bzw. 63 %. Zwölfer erklärt dieses auffallende Ergebnis durch unterschiedliche Mortalität der männlichen und weiblichen Raupen in den verschiedenen Temperaturstufen. Aus dem Freiland ist bekannt, daß das Geschlechterverhältnis der Nonne örtlich und zeitlich wechselt; so konnte Knoche (1932, 230) fast stets ein starkes Überwiegen der Männchen, zuweilen aber auch ein stärkeres Auftreten der Weibchen feststellen. Der Schluß liegt nahe, daß solche Änderungen des Weibchenanteils — wenigstens zum Teil — auf die im Experiment erkannte Beziehung zwischen Temperatur der Raupenzeit und Sexualindex zurückzuführen sind.

Einen ganz ähnlichen Zusammenhang zwischen der Luftfeuchtigkeit während der Raupenzeit und dem Weibchenanteil fand Statelow 1935 beim Baumweißling: bei niederer Luftfeuchtigkeit überwogen die Weibchen, bei hoher die Männchen. Die aus dem Freiland bekannten Schwankungen des Geschlechterverhältnisses des Baumweißlings, für die Statelow (S. 542) einige Beispiele bringt, dürften ihre Deutung durch dieses Laboratoriumsergebnis finden. Bemerkenswert ist, daß die Temperatur keinen Einfluß auf den Sexualindex ausübte, während umgekehrt bei der Nonne die Luftfeuchtigkeit wirkungslos blieb. Die Beziehungen sind also durchaus spezifisch.

Eine unmittelbare Änderung des Geschlechterverhältnisses durch Temperatureinflüsse fand Seiler bei der Psychide *Talaeporia tubulosa*. Das durch die Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens der Geschlechtschromosomen bedingte mechanische Geschlechterverhältnis 1 : 1 kann durch Temperatureinwirkungen während der Reifeteilung des Eies dadurch verschoben werden, daß bei höherer Wärme das Monosom mit Vorliebe in den weiblichen Vorkern, bei Kälte in das Richtungskörperchen wandert. Auch Mann (1924) beobachtete eine Änderung des Sexualindexes durch Temperatureinflüsse.

Durch Nahrungsmangel leidet das weibliche Geschlecht in der Regel stärker als das männliche, da jenes mehr Aufbaustoffe für die Eierzeugung benötigt. So lieferten Hungerzuchten von Dipteren und Lepidopteren überwiegend Männchen (Weidling, Hofmann,

Titschak 1937). Bei der Forleule konnte Schwerdtfeger allerdings keinen Zusammenhang zwischen dem Benadelungsgrad des Bestandes und dem Geschlechterverhältnis feststellen (1935, 20).

In Laboratoriumsversuchen fand Brandt (1936, 1938), daß nichtoptimale Außenbedingungen, nämlich Hunger, Trockenheit und hohe Temperatur, in ihrer Gesamtheit eine Verschiebung des Geschlechterverhältnisses der Nonne zugunsten des männlichen Geschlechts herbeiführten.

Neben Witterungskomponenten und Nahrungsmangel wirken biotische Sterblichkeitserreger modifizierend auf das Geschlechterverhältnis ein. Schedl (1938, 229) konnte feststellen, daß Vögel die größeren weiblichen Kokons der Kiefernbuschhornblattwespe leichter finden als die kleineren männlichen und somit als Regulatoren des Geschlechterverhältnisses auftreten. Thalenhorst (1941) beobachtete beim gleichen Schädling ein ungemein starkes Schwanken des Weibchenanteils und glaubt das Überwiegen der Männchen darauf zurückführen zu können, daß die weiblichen Larven infolge ihrer längeren Entwicklungsdauer in höherem Maße den erst spät auftretenden pathogenen Mikroorganismen zum Opfer fallen. Bei allen Insekten, in denen die Geschlechter verschieden lange Zeit in den einzelnen Stadien verharren, ist eine unterschiedliche Einwirkung von Außenfaktoren und damit eine Verschiebung des Geschlechterverhältnisses nach der einen oder anderen Seite denkbar.

Wo sich bereits Gründe für Schwankungen im Geschlechterverhältnis erkennen oder vermuten lassen, handelt es sich regelmäßig um äußere Einflüsse wie solche der Witterung, der Nahrung oder von Feinden und Krankheiten. Ob darüber hinaus auch sogenannte innere Faktoren eine Änderung des Sexualindexes hervorrufen können, etwa in Gestalt periodischer Schwankungen, ist unbekannt.

Ein als Letalfaktor (siehe unten) wirkendes, geschlechtsgebunden-rezessives Gen erzeugt bei allen damit ausgestatteten männlichen Larven der Fliege *Drosophila melanogaster* einen Tumor, der noch während des larvalen Lebens zum Tode führt, so daß die Hälfte der Männchen ausfällt und statt des normalen Weibchenanteils von 50 % ein solcher von 67 % entsteht (Just, 1935).

Die angeführten Beispiele genügen, um darzulegen, daß Änderungen des Weibchenanteils vorkommen und unter sonst gleichen Verhältnissen Populationsschwankungen hervorrufen können. Die Möglichkeiten solcher Änderungen des Geschlechterverhältnisses sind von Art zu Art verschieden. Neben solchen Insekten, bei denen die Schwankungen des Weibchenanteils für die jeweilige Populationsdichte von großer Bedeutung sind, wie es vermutlich für die Nonne zutrifft, gibt es andere, bei denen sie eine nur geringe oder gar keine Rolle spielen.

b) Eiproduktion und -ablage

Wie der Sexualindex ist auch die mittlere Eizahl einer Insektenpopulation keine konstante Größe.

Die höchstmögliche, von einem Weibchen im Optimum aller maßgebenden Bedingungen abgelegte Durchschnittseizahl wird von Zwölfer (1931) absolute

Eizahl genannt, wobei jede Änderung, die nur in einer Minderung bestehen kann, als Ausdruck einer Schädigung durch nichtoptimale Verhältnisse gewertet wird. Ebensogut läßt sich eine durchschnittliche, mittleren Freilandverhältnissen entsprechende Eizahl als Norm ansehen, deren Abweichungen nach oben und unten als Folge fördernder oder hemmender Einflüsse anzusehen wären. Gleichgültig, welche der beiden Anschauungen, die jede für ihre Berechtigung gewichtige Gründe ins Feld führen kann, gewählt wird: als für unsere Betrachtung wesentliche Tatsache bleibt bestehen, daß die Eizahl einer Insektenart inkonstant ist und somit durch Schwankungen der Nachkommenzahl Populationsänderungen eintreten können. Als Beispiele seien die Zusammenstellungen der Angaben über die Eiproduktion des Kiefernspanners von Schwerdtfeger (1932, 105) und Subklew (1939, 21) genannt. Die mittlere Eiproduktion von *Diprion pini* betrug auf einer Versuchsfläche im Forstamt Finowtal 1940 in der Frühjahrsgeneration 111, in der Sommergeneration 121 Eier je Weibchen (Thalenhorst, 1941). Im Frühjahr 1941 erzeugten die Wespen im Revier Böhne bei Rathenow nur durchschnittlich 50 Eier je Weibchen. Der Umfang der Schwankungen ist bei den einzelnen Insektenarten verschieden.

Die Inkonstanz der Eizahl kann verursacht sein durch Schwankungen in der Eiproduktion, d. h. in der Bildung der Eier im Ovar, oder durch unterschiedliche Eiablage: von der Gesamtzahl produzierter Eier braucht nur ein wechselnd großer Teil abgelegt zu werden.

Unterschiedliche Eiproduktion konnte von Zwölfer (1934) bei der Nonne unter den gleichen Verhältnissen wie die Abänderung des Geschlechterverhältnisses beobachtet werden: innerhalb bestimmter Grenzen lieferten Falter, deren Raupen in niederen Temperaturen aufgezogen waren, weniger Eier als solche, die in höheren Wärmegraden aufgewachsen waren. Hohe Temperatur während der Raupenzeit steigerte somit Weibchenanteil und Eierzeugung; die gradologische Bedeutung dieser gleichsinnigen Verschiebung der Fruchtbarkeit ist von Zwölfer (S. 39 ff.) ausführlich erörtert worden. Einen ähnlichen Einfluß der Temperatur auf die Eiproduktion konnte Statelow für den Baumweißling nachweisen.

Die Bildung der Eier setzt das Vorhandensein entsprechender Aufbaustoffe voraus. Wenn während der Stadien, in denen diese Aufbaustoffe gesammelt werden, äußere Einflüsse ihre Aufnahme und Speicherung hemmen, muß sich dies auf die Eiproduktion ungünstig auswirken. Der Maikäfer bedarf zur Erzeugung der Eier eines längeren Reifefraßes; wird der Fraß durch schlechtes Wetter oder Mangel an geeigneter Nahrung gestört, so muß eine Reduktion der Eizahl eintreten. Hungerzuchten mit Dipteren (Weidling 1929, Alpatov 1932), Hymenopteren (Schulze 1926, 561) und Lepidopteren (Hofmann 1934) führten zu Reduktion und Kürzung der Eiröhren und Minderung der Eiproduktion. Während der Forleulengradation 1933 erzeugten Eulenweibchen aus vollbenadelten Beständen 150—160 Eier, während andere aus starkbefressenen Beständen mit nur mehr 10 % Nadelmasse, in denen die Raupen unter Nahrungsmangel gelitten hatten, im Durchschnitt 79 Eier produzierten (Schwerdtfeger 1935). Untersuchungen an Schildläusen (Smirnov-Polejaeff 1934, Smirnov-Wielovitsh 1934) ergaben eine Verringerung der mittleren

Eierzeugung der Weibchen mit zunehmender Bevölkerungsdichte; das Absinken der Eiproduktion der Population war bei der einen Art ausschließlich, bei der anderen vorwiegend auf das Auftreten steriler Weibchen zurückzuführen; ihre Sterilität war Folge eines vorzeitigen, durch den Kampf um den Raum bedingten Hungertodes (Smirnov-Polejaeff 1935). Bei abnorm hoher Populationsdichte können auch gegenseitige Störungen der Individuen die Futteraufnahme und damit die Eibildung beeinflussen (Hofmann 1934). Die Fruchtbarkeit der Forleule war 1933 in einigen mecklenburgischen Revieren um so geringer, je stärker ihre Bevölkerung angewachsen war (Friederichs 1934, 278). Bei polyphagen Insekten kann sich neben der Menge auch die Qualität der Nahrung auf die Eiproduktion auswirken; so fand Sattler (1939) in Nonnenpopulationen unterschiedliche Eizahlen je nach der Art des dargereichten Futters: die mittlere Eiproduktion betrug nach Ernährung mit Tanne 86, Kiefer 160, Fichte 195 bzw. 211 und Lärche 261 je Weibchen. Schließlich führt unter Umständen nichtletale Parasitierung durch Verbrauch der Reservestoffe für den Schmarotzer zur Sterilität des Wirts (Zwölfer 1930, 726).

Unvollständige Ablage der produzierten Eier kann durch schlechte Wetterbedingungen (Zwölfer 1931, 515) oder gegenseitige Störung bei Übervölkerung bedingt sein. Namentlich bei Laboratoriumszuchten finden sich häufig noch mehr oder weniger zahlreiche reife Eier in den Ovarien abgestorbener Weibchen. Im Freiland hat man bei der Sektion aufgefundener toter Weibchen meist wenig oder keine Eier im Genitalorgan gefunden, so daß die unvollkommene Eiablage unter natürlichen Verhältnissen anscheinend nicht immer die Bedeutung besitzt, wie aus den Laboratoriumsergebnissen geschlossen werden könnte (Schwerdtfeger 1935, 19; Subklew 1939, 21). Es gibt allerdings auch Fälle, in denen das Wetter ausschlaggebend die Eiablage beeinflußt. So können die Weibchen der Traubenwickler nur in einem Optimum, das durch eine Temperatur von etwa 20—27 ° C und durch hohe Feuchtigkeit gekennzeichnet ist, ihren ganzen Eivorrat absetzen und somit eine Massenzunahme bewirken (Stellwaag 1939).

Wenn die Schwankungen der Eizahl in den bisher angeführten Beispielen auf äußere Einflüsse zurückgeführt werden konnten, so darf die Möglichkeit nicht unerwähnt bleiben, daß sich auch innere Faktoren geltend machen (Horn 1930), daß insbesondere eine Verringerung der Eiproduktion durch physiologische Schwäche, Abänderung der Konstitution, Degeneration oder wie man es nennen will, eintreten kann. Voelkel (1930) hat u. a. einen rhythmischen Wechsel in der Eiproduktion als Ursache von Kiefernspannergradationen angesehen. Bislang fehlen uns aber alle Unterlagen, die als Beweis für das Vorliegen endogener Einflüsse auf die Fruchtbarkeit gewertet werden können. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die Beobachtung von Thalenhorst (1941), daß während einer Retrogradation der Kiefernbuschhornblattwespe die mittlere Eizahl je Weibchen im Lauf zweier Generationen nicht absank, vermutlich sogar stieg.

c) Sterblichkeit

Als nach Ort und Zeit wechselnd stark auftretende Ursachen der Sterblichkeit kommen endogene und exogene Faktoren in Frage, die sich in vier Gruppen: Konstitution, Nahrung-Brutstätten, Witterung und Feinde zusammenfassen lassen.

aa) Konstitution

Die Konstitution, die Gesamtverfassung des Organismus, wie auch speziell seine Disposition, d. h. seine Veranlagung gegenüber schädigenden Einflüssen, sind endo- und exogenen Schwankungen unterworfen.

Über die aus inneren Ursachen erzeugten Mortalitätsänderungen, auf die besonders Horn (1930) hinweist, wissen wir wenig Sicheres. Die Vererbungsforschung hat uns mit Genen bekannt gemacht, die eine letale Wirkung ausüben und kurz Letalfaktoren genannt werden. Sie vermögen in den Ablauf der Entwicklung so stark einzugreifen, daß er an einem mehr oder weniger eng begrenzten, früher oder später gelegenen Zeitpunkt zum Stillstand kommt, und das betreffende Tier aus unmittelbar inneren Ursachen heraus abstirbt (Just 1935). Nach Zucht auf chemisch veränderten Nährboden traten bei *Drosophila melanogaster* unter der Einwirkung von Röntgenstrahlen Letalfaktoren in durchaus unterschiedlicher Höhe auf (Dotterweich 1940, 205—208). Denkbar ist, daß auch unter natürlichen Verhältnissen in einer stets heterogenen Insektenpopulation Letalfaktoren in wechselnd großer Zahl vorkommen und die Populationsdichte beeinflussen können. Ob dieser Annahme größere Wahrscheinlichkeit zukommt, ist vorläufig schwer zu sagen.

Engel (1941) schildert eine Erkrankung der Vorpuppe des Kiefernspanners, die sich bei starker Chitinbildung und Krümmung der Tiere durch Nichtgelingen der Verpuppung äußerte. Da, wie neuere Arbeiten (z. B. Plagge 1939) gezeigt haben, Häutungen und Verpuppung der Insekten durch spezifische Hormone geregelt werden, besteht die Möglichkeit, daß die beobachtete Erkrankung, die stellenweise 28 % der Population zum Absterben brachte, auf einer Störung der inneren Sekretion beruhte.

Man ist leicht geneigt, eine Mortalität, deren Ursachen nicht klar zutage treten, als „innerlich bedingt" abzutun. Zuweilen läßt sich dann bei näherer Prüfung doch ein äußerer Umstand als Mortalitätsfaktor nachweisen; meist wird man aber die Frage nach den eigentlichen Ursachen offen lassen müssen. Friederichs beobachtete 1933 (1934, 277) beim Ausschlüpfen von Forleulenfaltern, daß ein Teil von ihnen infolge physiologischer Schwäche die Puppenhülle nicht zu verlassen vermochte und während des Schlüpfvorganges abstarb. Zwölfer (1934) erzielte mit Nonnenraupen zweier aufeinander folgender Generationen gleicher Herkunft verschiedene Mortalitätsdiagramme, ein Ergebnis, das aus einer Konstitutionsänderung der beiden Generationen erklärt werden kann. In beiden Fällen bleibt es fraglich, ob innere Gründe oder äußere Umstände das Resultat bedingten.

Daß Konstitution und Disposition durch äußere Einflüsse abgewandelt werden können, läßt sich leicht im Experiment nachweisen: durch Hunger oder langandauernde Schlechtwetterbedingungen geschwächte Tiere erliegen in der gleichen oder auch erst in der folgenden

Generation leichter schädlichen Einwirkungen als andere. Besonders von Janisch (1929, 1934) wird betont, daß Schadeinflüsse, welche in einem früheren Stadium oder noch in einer vorhergegangenen Generation auf den Organismus eingewirkt haben, seine Reaktionsfähigkeit auf Umwelteinflüsse abändern und damit maßgeblich für Entstehung und Zusammenbruch einer Gradation sein können.

bb) Nahrung und Brutstätten

Daß die Bevölkerungsdichte einer Spezies nur so weit ansteigen kann, wie die ihr zusagende Nahrung oder die vorhandenen Brutstätten reichen, ist eine Selbstverständlichkeit. Deshalb wird ein monophages Insekt in einem Mischwald, in dem nur einzelne Baumindividuen seiner Wirtsholzart stehen, niemals zu solchen Massen anwachsen können wie in einem Reinbestand von Fraßbäumen. Die Vermehrungsmöglichkeiten des großen braunen Rüsselkäfers oder einer Raupenfliege sind durch die Zahl der vorhandenen Brutstöcke bzw. Wirtstiere begrenzt.

Nach erfolgter Massenvermehrung kann Mangel an Nahrung oder Brutstätten ihr Ende herbeiführen, entweder unmittelbar durch den Hungertod der Tiere oder mittelbar durch Erhöhung der Disposition für Schadeinflüsse.

Neben der Quantität kann auch die Qualität der Nahrung Einfluß auf die Sterblichkeit ausüben. Sattler beobachtete verschieden hohe Mortalität der Nonnenraupen bei unterschiedlicher Ernährung. Auch monophage Insekten, die bestimmte Ansprüche an Nahrung oder Brutgelegenheit stellen, können hinsichtlich ihrer Vermehrungsfähigkeit in starker Abhängigkeit von ihrem Wirt leben. Das bekannteste Beispiel liefern die Borkenkäfer, die nur kränkelnde Stämme erfolgreich mit Brut belegen können; nur wenn solche, etwa nach Raupenfraß oder Windwurf, in Mengen zur Verfügung stehen, ist die Vorbedingung für eine Borkenkäfergradation gegeben.

Die Eiräupchen der Forleule sind auf angetriebene Knospen oder eben ausbrechende Maitriebe als Nahrung angewiesen. Wolff-Kraußе (1922) vertreten die Ansicht, daß häufig die Räupchen im Frühjahr eher schlüpfen, als geeignete Nahrung vorhanden ist; dann würde der Nahrungsfaktor eine wesentliche und vielleicht ausschlaggebende Rolle im Massenwechsel der Forleule spielen. Zwölfer (1930) hält diese Annahme für unwahrscheinlich, da die Entwicklung der Kiefernknospe wie der Forleule vom Wetter abhängig sei und deshalb am gleichen Ort weitgehend parellel laufen müsse. Dem ist entgegenzuhalten, daß Entwicklungsnullpunkt und Entwicklungstempo für Kiefernknospe und Forleule verschieden liegen können. Auch der Hinweis, daß während der letzten Eulenvermehrungen das Schlüpfen der Eiräupchen erst Mitte Mai bis Anfang Juni beobachtet wurde (Meyer 1931; Marcus 1933; Schwerdtfeger 1932, 1935), also zu einem Zeitpunkt, an dem die Knospen zweifellos genügend angetrieben waren, ist nicht stichhaltig, da es sich um Beobachtungen aus Gradationsjahren handelt, die über die Verhältnisse der Latenz, d. h. den Jahren zwischen zwei Gradationen (Schwerdtfeger 1933), nichts aussagen können. In Zuchten von Forleulenpuppen aus dem Normalbestand der Schorfheide, die vom Verfasser unter einigermaßen natürlichen Bedingungen im Freiland vorgenommen wurden, schlüpften die Falter in den Jahren 1936—1940 im Durchschnitt zwischen dem 30. März und 19. April; rechnet man einige Tage für die Eiablage und etwa drei

Wochen für die Entwicklung der Eier hinzu, so wäre das Schlüpfen der Eiräupchen ungefähr zwischen dem 25. April und 15. Mai anzusetzen; innerhalb dieses Zeitraumes können unter Umständen die Räupchen noch keinerlei geeignete Nahrung vorfinden. Wie weit sie dann ihr Hungervermögen instandsetzt, die Zeit bis zum Austreiben der Knospen ohne schwerwiegende Schädigung zu überbrücken, muß dahingestellt bleiben. Jedenfalls ist die Frage nach der Bedeutung des Nahrungsfaktors für den Massenwechsel der Forleule heute noch nicht zu beantworten.

Ist zur Gewinnung der Nahrung ein weiterer Weg zu überwinden, so können sich in der dazu benötigten Zeit die fatalen Folgen des Hungers bemerkbar machen. Während der Forleulenvermehrung 1933 wurden an kleinen Kiefern frisch ausgeschlüpfte Eiräupchen beobachtet, die aus ihren an den Altnadeln abgelegten Eiern zu den Maitrieben hinwanderten. Die Wanderung dauerte, da sie nicht zielstrebig erfolgte, ziemlich lange. Viele Räupchen fielen unterwegs zu Boden, namentlich nach leichten Erschütterungen der Triebe, wie sie das Anfliegen eines anderen Insekts oder ein Windzug herbeiführten. Die abgefallenen Raupen konnten später nicht mehr entdeckt werden; wahrscheinlich ist es ihnen nicht gelungen, erneut aufzubaumen. Die mutmaßlich solcherart erzeugte Mortalität war in dem beobachteten Fall beträchtlich (Schwerdtfeger 1934, 453).

In Mischbeständen kann häufig beobachtet werden, daß monophage Schädlinge an ungeeigneten Fraßbäumen aufbaumen, daß beispielsweise Larven der Kiefernbuschhornblattwespe, die von den Kiefernkronen herabfielen, nicht wieder an der Kiefer, sondern an benachbarten Buchen hochklettern (Thalenhorst 1941). Es ist dies eine bisher kaum beachtete Erscheinung, die bei hohem Nahrungsbedarf des Tiers als nicht unwichtiger Mortalitätsfaktor zu werten ist.

Der Nahrungsfaktor besitzt je nach den Ansprüchen des Tieres und dem Angebot an Nahrungs- und Brutmaterial eine durchaus unterschiedliche Bedeutung für das Massenwechselproblem. In dem einen Fall (Borkenkäfer, Raupenfliege) ist die Vermehrung des Insekts eng an das Vorhandensein bestimmter Wirte, gegebenenfalls mit bestimmten Eigenschaften, gebunden, in dem anderen (Nonne im Fichtenwald) wird die Nahrung regelmäßig so reichlich angeboten, daß die Vermehrung des Schädlings ganz unabhängig von ihr erfolgt und der Nahrungsfaktor höchstens nach Kahlfraß für die Retrogradation verantwortlich wird.

cc) Witterung

Eine Witterungskomponente, die Temperatur, besitzt wesentliche Bedeutung für die Populationsbewegung bereits durch ihre Einwirkung auf die Entwicklungsdauer der Insekten; raschere Entwicklung bedeutet unter Umständen schnelleres Hinwegkommen über Gefahrenzonen und, sofern die Generationszahl nicht erblich fixiert ist, Vermehrung der Generationen.

Als unmittelbarer Mortalitätsfaktor kann die Witterung in zweierlei Weise auftreten:

Immer wieder ist beobachtet worden, daß besondere Wetterereignisse, wie Stürme, Platzregen, Schlechtwetterzeiten, Kälterückfälle im Frühling, mehr oder weniger große Abgänge unter den Insekten verursachten.

Im Frühjahr 1933 gingen während einer Mitte April einsetzenden neuntägigen Schlechtwetterperiode, die durch tiefe Temperaturen, hohe Luftfeuchtigkeit und Niederschläge gekennzeichnet war, fast alle zuvor geschlüpften Forleulenfalter, d. h. mehr als die Hälfte der Gesamtpopulation, noch vor erfolgter Eiablage zugrunde (Schwerdtfeger 1934, 435).

Neben solchen besonderen Witterungsereignissen können auch mehr oder weniger „normale" Wetterverhältnisse mortalitätserzeugend sein, sofern das betreffende Insektenstadium ein relativ engbegrenztes Optimum besitzt und gegenüber Abweichungen von diesem Optimum empfindlich ist. Auf dieser Anschauung basiert ja die oben gekennzeichnete Witterungstheorie des Massenwechsels.

Ein konkretes Beispiel möge die Zusammenhänge näher erläutern und gleichzeitig Gelegenheit zur Kritik geben:

In beachtenswerten Experimentaluntersuchungen hat Zwölfer (1930) erstmalig in Deutschland ein Insekt, die Forleule, eingehend auf sein Verhalten gegenüber Witterungsfaktoren geprüft und aus seinen Ergebnissen epidemiologische Schlußfolgerungen gezogen, die zu einer Theorie des Massenwechsels der Forleule ausgebaut wurden. Verschiedene Stadien der Forleule wurden in konstanten Temperatur-Luftfeuchtigkeits-Kombinationen gehalten. Dabei zeigte sich, daß unter den geprüften Stadien die Eiraupe den engst begrenzten Optimalbereich gegenüber den dargebotenen Witterungskomponenten besaß. Selbst innerhalb dieses Optimums, das etwa zwischen 17 und 18° C und 80—90% relativer Luftfeuchtigkeit lag, gingen noch 30% der Raupen zugrunde; außerhalb dieses Bereichs vergrößerte sich die Sterblichkeit rasch mit zunehmender Entfernung. Da die anderen Stadien größere Widerstandsfähigkeit gegenüber den gebotenen Bedingungen zeigten, zog Zwölfer folgende gradologische Schlußfolgerung: Für die Bevölkerungsdichte in einer Art in aufeinanderfolgenden Generationen ist dasjenige ihrer Entwicklungsstadien von größter Bedeutung, welches relativ die geringste ökologische Valenz besitzt. Die Entwicklungsstufe mit geringster ökologischer Valenz stellt das kritische Stadium im Entwicklungsgang einer Art dar. Bei der Forleule besitzt unter den vergleichbaren Stadien die Eiraupe die engste Begrenzung des vitalen Optimums; sie stellt deshalb das kritische Stadium dar. Die während der Eiraupenzeit im Kieferneulenbiotop herrschenden Kleinklimaverhältnisse müssen entscheidenden Einfluß auf Entstehung und Verlauf einer Eulenvermehrung ausüben. Da das Kleinklima in seinen Schwankungen wesentlich vom Großklima abhängig ist, müssen die Entstehungsjahre einer Gradation während der Eiraupenzeit auch im leicht registrierbaren Großklima durch besondere Merkmale ausgezeichnet sein. In der Tat konnte Berwig (1926) in statistisch-klimatologischen Studien feststellen, daß die fragliche Zeitspanne in den Jahren, die einer Eruption vorangehen, durch unternormale Niederschlagsmengen gekennzeichnet ist. Aus den Ergebnissen Zwölfers, Berwigs und Meyers wurde der Schluß gezogen, daß die Niederschlagsmenge während der kritischen Zeit, der Eiraupenzeit, für das Schicksal einer Eulengeneration ausschlaggebend ist (Escherich 1931, 681). Unternormale Niederschläge wirken gradationsfördernd, übernormale dagegen gradationshemmend.

Die Theorie besticht durch ihre Einfachheit und die gute Unterbauung mit Experimentalbefunden. Trotzdem wird man sie nicht ohne Bedenken hinnehmen können:

In seinen späteren, ähnlich aufgebauten Untersuchungen über die Nonne konnte Zwölfer (1934) feststellen, daß die Begrenzung des Optimalbereichs schwankt und für das gleiche Stadium in der einen Generation weiter, in der anderen enger sein kann. Wir haben schon oben auf diese Änderung der Konstitution hingewiesen. Denkbar ist, daß in anderen Generationen als der gerade untersuchten der Optimalbereich der Eiraupe größer ist als der von Zwölfer gefundene. Der Einwand wäre allerdings belanglos, wenn sich die Optimalbereiche der übrigen Stadien entsprechend ändern würden, so daß die Eiraupe doch die Entwicklungsstufe mit relativ geringster ökologischer Valenz bliebe.

Eidmann (1933) hat darauf aufmerksam gemacht, daß die Versuchsbedingungen möglicherweise verantwortlich für die Enge des Optimalbereichs im Eiraupenstadium waren. Durch besondere Versuchsanordnung konnte Eidmann unter sonst gleichen Bedingungen eine wesentlich geringere Mortalität erzielen als Zwölfer. Er nimmt daher an, daß die hohe Sterblichkeit der Eiraupen in den Zwölferschen Versuchen bedingt war durch ihre im Vergleich zu den älteren Larvenstadien geringere Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Insulte. Die Anschauung, daß die älteren Larvenstadien eine größere ökologische Valenz besitzen als die Eiraupe, wäre dann unbewiesen.

Es taucht hier sodann die schon früher erörterte Frage auf, wieweit ganz allgemein die Berechtigung besteht, unter konstanten Laboratoriumsbedingungen gewonnene Ergebnisse auf die ganz anders gearteten Verhältnisse des Freilands zu übertragen. Es kann in diesem Zusammenhang auf die oben gemachten grundsätzlichen Ausführungen verwiesen werden. Der spezielle Fall gibt aber Gelegenheit, an drei Beispielen die Nichtübereinstimmung zwischen Laboratoriums- und Freilandsergebnissen aufzuzeigen:

Nach den während der Eiraupenzeit in Neuendorf 1932 herrschenden Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbedingungen hätten, wenn man deren Mittelwerte in das Zwölfersche Mortalitätsdiagramm überträgt, 30—40 % der Raupen allein durch Witterungseinflüsse eingehen müssen; tatäschlich sind im ersten und zweiten Raupenstadium durch abiotische und biotische Faktoren nur 12 % abgestorben (Schwerdtfeger 1932, 370). Im folgenden Jahr starben in Steinbusch 15—20 % der Eiraupen infolge Wettereinflüssen, während nach Übertragung der durchschnittlichen Temperatur-Luftfeuchtigkeitswerte in das Mortalitätsdiagramm mit einer rund 50prozent. Sterblichkeit gerechnet werden mußte (Schwerdtfeger 1934, 451). Es muß betont werden, daß alle meteorologischen Werte im Kronenraum, im Habitat der Raupe, gemessen wurden. In Neuendorf setzte einige Tage nach dem Schlüpfen der Eiräupchen eine neuntägige Schlechtwetterperiode ein, in der bei niedrigen Temperaturen an 6 Tagen insgesamt 50,1 mm Regen fielen; das ist beträchtlich, da das langjährige Mittel für den ganzen Monat Mai in Neuendorf nur 52 mm beträgt. Da nach der obigen Theorie starke Niederschläge gradationshemmend wirken, hätte ein Rückgang der Vermehrung erwartet werden können. Tatsächlich erreichte die Gesamtmortalität im ersten und zweiten Stadium nur den schon genannten Wert von 12 %, und ausgedehnte Kahlfraßschäden konnten nur durch Vornahme einer Bestäubung auf mehr als 2500 ha verhütet werden.

Eidmann (1934, 18) weist darauf hin, daß die Hauptschadgebiete der Forleule bezüglich ihrer Niederschläge in den Monaten Mai und Juni, also während der Eiraupenzeit, die größten Unterschiede aufweisen, während nach Zwölfer das Gegenteil erwartet werden mußte; diese Feststellung bestärkt Eidmann in seiner schon früher (1933) vertretenen Auffassung, „daß die Eiraupe der Forleule als kritisches Stadium bisher stark überschätzt worden ist".

Schließlich soll auch folgender offensichtlicher Widerspruch nicht unerwähnt bleiben: Im Mortalitätsdiagramm liegt das engbegrenzte Optimum der Eiraupe bei verhältnismäßig hoher Luftfeuchtigkeit, nämlich bei 80—90 %; mit zunehmender Lufttrockenheit steigt die Sterblichkeit an. Zwölfer macht selbst auf diese eigenartige Resistenz der Eiraupe gegenüber hohen Luftfeuchtigkeiten aufmerksam und erklärt sie mit dem Umstand, daß die Eiraupe vielfach vorübergehend

in den saftigen Teilen der Maitriebe miniere und so normal zeitweise unter Bedingungen lebe, die 100 % Luftfeuchtigkeit einschließen. Die unter Hinzuziehung der Berwig schen Ergebnisse gezogene gradologische Schlußfolgerung lautet nun, daß abnorm geringe Niederschläge während der Eiraupenzeit gradationsfördernd wirken. Zeiten mit abnorm geringen Niederschlägen sind in der Regel auch durch abnorm niedrige Luftfeuchtigkeit ausgezeichnet. Die Ergebnisse des Laboratoriumsversuchs, der optimale Verhältnisse bei hoher Luftfeuchtigkeit aufzeigte, lassen sich mit den Schlußfolgerungen bzw. mit den ihnen wenigstens zum Teil zugrunde liegenden Resultaten der statistischen Erhebungen, nach denen abnorm geringe Niederschläge zu Gradationen führen sollen, nicht in Einklang bringen. Selbst wenn man das Hauptgewicht nicht auf die absoluten Ergebnisse legt, sondern die Bedeutung der Untersuchungen in der relativen Wertung des Eiraupenstadiums als der Entwicklungsstufe mit geringster ökologischer Valenz sieht, muß die Diskrepanz zwischen Laboratoriumsversuch und Folgerung bedenklich stimmen.

Wenn im vorstehenden die von Zwölfer aufgestellte Theorie des Massenwechsels der Forleule einer Kritik unterzogen wurde, so geschah das nicht, um die Zwölfersche Leistung herabzusetzen. Die Arbeiten Zwölfers enthalten so ungewöhnlich viel Wertvolles, daß die Ablehnung einer Schlußfolgerung ihre Gesamtbedeutung nicht schmälern kann. Die Auseinandersetzung mit der genannten Theorie geschah vielmehr aus folgenden anderen Erwägungen: Die zunächst so überzeugend wirkende Deutung des Massenwechsels der Forleule wird von manchen Seiten, namentlich von Nicht-Forstentomologen (z. B. Stellwaag 1939), als endgültige Lösung angesehen. Daß dem nicht so ist, und ihr erhebliche Bedenken gegenüberstehen, sollten die vorstehenden Ausführungen zeigen. Sodann hat die Zwölfersche Arbeitsweise Nachahmer gefunden, die mit weniger glücklicher Hand und meist aus wesentlich kleinerem Material ihre oft sehr weitgehenden Schlußfolgerungen ziehen. Auf Grund von Laboratoriumsuntersuchungen wird nach dem gegebenen Schema ein kritisches Stadium festgestellt und darauf eine Massenwechseltheorie aufgebaut; oder es werden nach einer im Freiland beobachteten Gradation die Witterungsdaten der Vorbereitungsjahre zusammengestellt und nach dem Grundsatz post hoc ergo propter hoc vermutete Zusammenhänge als Ursachen des Massenwechsels ausgegeben. Es würde zu weit führen, wenn weiter auf diese Dinge eingegangen würde; als Beispiel sei nur die Veröffentlichung von Schönwiese (1935) genannt, deren gradologische Folgerungen von mir (1936) auf ihr richtiges Maß zurückgeführt werden konnten. Wenn aber bereits die sorgfältige Arbeit Zwölfers die genannten Einwände zuläßt, um wieviel anfechtbarer müssen die anderen, auf wesentlich kleinerem Material beruhenden Veröffentlichungen sein. So einfach, wie manche Autoren die Dinge ansehen, liegen sie meist nicht.

Wenn auf Grund des bisher in diesem Abschnitt Gesagten der Anschein erweckt wird, als ob Verfasser der Witterung eine nur bescheidene Bedeutung als Mortalitätsfaktor zuerkennt, so sind die gemachten Ausführungen mehr als Reaktion auf die seit 1930 vielfach zu beobachtende Überschätzung der Witterung im Massenwechselproblem zu werten. Tatsächlich bin ich mir bewußt, daß der Witterung als „unabhängig veränderlichem Faktor“ (Zwölfer 1930) eine große Bedeutung zukommt. Schon ihre Eigenschaft als poikilotherme Tiere macht die Insekten in ihrem Lebensgeschehen in weitestem Maße von der Temperatur und damit von der Witterung abhängig. Ungunst der Temperatur und anderer Wetterkomponenten muß daher zum Sterblichkeitsfaktor werden. Wie weit im einzelnen nichtoptimale Witterung zum Tode führen kann, hat sorgfältige Versuchsarbeit unter den Bedingungen des normalen Biotops noch klar zu legen.

dd) Feinde

Zum Tode führende feindliche Einwirkungen aus der belebten Umwelt können einmal erfolgen seitens räuberisch lebender Tiere, seien es nun Säugetiere, Vögel, Spinnen oder die zahlreichen Raubinsekten, durch Parasiten, die fast ausschließlich als Schlupfwespen und Raupenfliegen auftreten, und schließlich von Krankheitserregern, die Sporozoosen, Mykosen, Bakteriosen und Virosen hervorrufen können. Es würde zu weit führen, in diesem Zusammenhang auf die biotischen Mortalitätsfaktoren näher einzugehen. Ihre Bedeutung wird im folgenden Abschnitt an Hand einiger Beispiele zu würdigen sein. Hingewiesen sei aber auf die in den letzten Jahren erkannte Tatsache, daß die räuberischen Tiere im Verhältnis zu den Parasiten bisher stark unterschätzt wurden (z. B. Escherich 1924, Friederichs 1927, Eidmann 1934); namentlich den Spinnen und Wanzen kommt eine bisher kaum beobachtete Bedeutung als Mortalitätsfaktoren zu (Gäbler 1937, Engel 1938, Subklew 1939).

5. Zusammenwirken der populationsdynamischen Faktoren

Zahlreiche Faktoren können, wie im vorigen Abschnitt andeutungsweise gezeigt wurde, die Populationsbewegung einer Insektenart fördernd oder hemmend beeinflussen. Es ergibt sich nun von selbst die Frage, welche dieser durch Einzelbeobachtung in Laboratorium oder Freiland gefundenen Möglichkeiten der Einwirkung auf die Bevölkerungsdichte im Spezialfall verwirklicht werden. Spielen im Massenwechsel einer bestimmten Art alle genannten Faktoren eine mehr oder weniger gleichwichtige Rolle oder heben sich einzelne Faktoren oder Faktorengruppen vor anderen heraus? Mit anderen Worten: welche Ursachen regeln letzten Endes die Bevölkerungsdichte einer Art in der Natur?

Diese Grundfrage des Massenwechselproblems muß im wesentlichen durch direkte Beobachtung, durch quantitative Analyse der Bevölkerungsbewegung einer Art im Freiland gelöst werden. Nur durch unmittelbare Verfolgung des Entwicklungsganges einer Population lassen sich Verlauf und Ursachen der Bevölkerungsbewegung unanfechtbar klären. Da solche die einzelnen Stadien einer Art im Zusammenhang und möglichst lückenlos erfassenden Untersuchungen unter den verwickelten Verhältnissen des Freilandes auf mancherlei Schwierigkeiten stoßen und zudem aus Gründen der statistischen Erfaßbarkeit nur durchzuführen sind, wenn die Populationsdichte eine gewisse Mindesthöhe besitzt, kann zur Klärung mancher offenbleibender Fragen die Einzelbeobachtung im Freien sowie das Freiland- und Laboratoriumsexperiment nicht entbehrt werden. Namentlich der Laboratoriumsversuch muß in vielen Fällen die theoretische Unterbauung und die Deutungsmöglichkeit für manche im Freiland nicht klar zutage tretenden Zusammenhänge liefern.

In den letzten Jahren sind anläßlich der Massenvermehrungen von Forstschädlingen einige Populationsanalysen vorgenommen worden, die uns bereits einen recht guten Einblick in den Gang der Bevölkerungsbewegung einer Art gestatten und deren wichtigste Ergebnisse zunächst vorgeführt werden sollen, da sie für unsere weiteren Betrachtungen von ausschlaggebender Bedeutung sind.

In Anlehnung an Bremers Analyse der Mortalität einer Generation der Rübenfliege, *Pegomyia hyoscyami* Pz. (1929), führte Schwerdtfeger (1932) die quantitative Analyse des Bevölkerungsganges eines Forstschädlings durch, und zwar des Kiefernspanners, während der beiden Retrogradationsjahre 1929 und 1930 in der Letzlinger Heide.

Während diese Untersuchung sich noch auf den rein quantitativen Bevölkerungsgang beschränkte, gab Zwölfer (1931) als Beispiel für seine grundsätzlichen theoretischen Erörterungen über den Massenwechsel von Insekten an Hand von Meyers Beobachtungen eine quantitative und qualitative Analyse der Bevölkerungsbewegung der Forleule in einem Kiefernstangenholz des bayrischen Forstamts Heideck im Jahre 1930. Der gleiche Schädling stand im Mittelpunkt populationsanalytischer Untersuchungen, die Schwerdtfeger (1932) von August 1931 bis August 1932 im preußischen Forstamt Neuendorf und von August 1932 bis August 1933 auf mehreren Versuchsflächen des nordostdeutschen Befallsgebietes aufführte (1934). Da die Ergebnisse dieser in drei verschiedenen Jahren und Orten durchgeführten Untersuchungen des Bevölkerungsganges der Forleule einander grundsätzlich ähneln, genügt es, als Beispiel die Analyse der Populationsbewegung der Forleule auf einigen Versuchsflächen von August 1932 bis August 1933 vorzuführen (Tab. 2). Es zeigt sich, daß zahlreiche Faktoren in durchaus unterschiedlicher Stärke auf die Bevölkerungsdichte eingewirkt haben. Manche haben nur wenig erreicht, z. B. Mykosen im Puppenstadium oder Parasiten der Eier. Andere verursachten einen gewaltigen Rückgang der Bevölkerungsdichte. In der Tabelle sind die Sterblichkeitsanteile, die über 50 % liegen, durch Fettdruck gekennzeichnet. Wir erkennen, daß von ausschlaggebender Bedeutung für den Populationsverlauf waren einmal die räuberischen Tiere während des Puppenstadiums, die Witterung zur Falterzeit, Mykosen und Bakteriosen im vierten und fünften Raupenstadium und schließlich die Tachinen.

Als weiteres Beispiel wird in Tabelle 3 das Ergebnis der von Schwerdtfeger (1936) vorgenommenen Analyse der Bevölkerungsbewegung des Kiefernspinners im Forstort Malterhausen des preußischen Forstamtes Woltersdorf von Januar 1934 bis Juli 1935 vorgeführt. Auch hier sehen wir wieder zahlreiche Mortalitätsfaktoren am Werk, aus denen sich einzelne durch besonders starke Einwirkung hervorheben. So starben 78 % der überwinterten, im Frühjahr fressenden Raupen infolge Einwirkung räuberischer Tiere und Nahrungsmangels. 77 % der unter den vorliegenden Verhältnissen möglichen Eiproduktion wurde durch vorzeitiges Absterben der Falter und unvollständige Ablage der Eier vernichtet. Von den abgelegten Eiern

Tabelle 2

Analyse der Bevölkerungsbewegung der Forleule auf einigen Versuchsflächen des nordostdeutschen Gradationsgebietes vom August 1932 bis August 1933, Populationsdichte je Quadratmeter

Versuchsfläche	199		205		169		10	
Puppe								
Ausgangspopulation		127,0		114,0		1,0		3,0
durch räuberische Tiere vertilgt	%		%		%		%	
Säugetiere	3		2,5		1		1	
Standvögel	2		1,0		0		1	
Zugvögel	10		8,5		2		5	
Insekten	60		48,0		12		28	
	75 =	95,2	60,0 =	68,4	15 =	0,15	35 =	1,05
bleiben		31,8		45,6		0,85		1,95
davon abgetötet durch Parasiten	10		10		12		13	
„ „ „ Mykosen	3		3		0		0	
„ „ „ Bakteriosen	5		5		4		1	
vertrocknet	1		1		0		3	
	19 =	6,0	19 =	8,7	16 =	0,14	17 =	0,33
bleiben		25,8		36,9		0,71		1,62
Falter								
durch Wetter vernichtet	58 =	14,9	58 =	21,4	55 =	0,39	43 =	0,70
bleiben		10,9		15,5		0,32		0,92
verzehrt durch Vögel	10		10		36		3	
„ „ andere Räuber	1		1		3		1	
	11 =	1,2	11 =	1,7	39 =	0,12	4 =	0,04
bleiben		9,7		13,8		0,20		0,88
Eier								
Zahl = Weibchenanteil + abgelegte Eizahl		588,0		[1]) 63,0		12,0		6,0
davon unbefruchtet	6		8		0		1	
durch Räuber vernichtet	1		0		0		0	
parasitiert	0		1		5		2	
aus Witterungs- oder konstitutionellen Gründen eingegangen	7		13		13		9	
	14 =	82,0	22 =	13,9	18 =	2,2	12 =	0,7
bleiben		506,0		49,1		9,8		5,3
Raupen								
1. Stadium: abgetötet durch Witterung	15		14		18		20	
1. „ „ „ Hunger	7		6		9		10	
1. „ „ „ Räuber	7		6		9		10	
	29 =	147,0	26 =	12,8	36 =	3,5	40 =	2,1
bleiben		359,0		36,3		6,3		3,2

[1]) Von den Faltern ist der größere Teil aus dem stark befressenen Bestande weggeflogen.

Versuchsfläche	199		205		169		10	
Übertrag	%	359,0	%	36,3	%	6,3	%	3,2
2. Stadium: abgetötet durch Räuber .	5		7		9		10	
2. „ „ „ übermäßige Tachinierung	2		5		10		33	
	7 =	25,0	11 =	4,0	19 =	1,2	43 =	1,4
bleiben		334,0		32,3		5,1		1,8
3. Stadium: abgetötet durch Räuber .	1		7		10		10	
3. „ „ „ übermäßige Tachinierung	1		10		23		11	
	2 =	7,0	17 =	5,6	33 =	1,7	21 =	0.4
bleiben		327,0		26,7		3,4		1.4
4. Stadium: abgetötet durch Räuber .	5		6		10		10	
4. „ „ „ übermäßige Tachinierung	3		10		25		9	
Mykosen und Bakteriosen	30		40		36		0	
	38 =	124.0	56 =	15,0	71 =	2,4	19 =	0,3
bleiben		203		11,7		1,0		1,1
5. Stadium: abgetötet durch Räuber .	5		5		10		10	
5. „ „ „ übermäßige Tachinierung	2		1		10		8	
Mykosen und Bakteriosen	80		70		80		0	
	87 =	176,0	76 =	8,9	100 =	1.0	18 =	0,2
bleiben		27,0		2,8		0,0		0,9
Während der Verpuppung vernichtet durch Tachinen	98,5		98,5				66,7	
Banchus	0,0		0,0				22,2	
Enicospilus	0,5		0,5				11,1	
	99,0 =	26,7	99,0 =	2,77			100 =	0,9
bleiben		0,03		0,03				0,0

schlüpften 36 % nicht, wahrscheinlich infolge schlechter Konstitution. Die frischgeschlüpften Eier gingen zu 77 % vermutlich durch physiologische Schwäche und ungünstige Witterung zugrunde. Die für den Bevölkerungsgang wesentlichen Faktoren sind also hier ganz andere als in dem Eulenbeispiel. Übereinstimmung besteht aber darin, daß nicht ein Faktor ausschlaggebend war, sondern eine Reihe verschiedenartiger Ursachen bei der Verringerung der Populationsdichte zusammenwirkte.

Zu einem ganz ähnlichen Resultat kommt Subklew (1939) auf Grund seiner Analyse der Bevölkerungsbewegung des Kiefernspanners, die auf fünf Versuchsflächen in der Letzlinger Heide von Mai bis Dezember 1937 durchgeführt wurde. Im Puppenstadium wurden geringe Anteile durch Räuber (Schwarzwild, Mäuse u. a.) und Parasiten ver-

Tabelle 3

Analyse der Bevölkerungsbewegung des Kiefernspinners in Malterhausen von Januar 1934 bis Juli 1935. Populationsdichte je Stamm

	%		%
Überwinterte Raupe			
Ausgangspopulation		444	= 100
vertilgt durch Parasiten	3		
Konstitution, Witterung, Infektionskrankheiten	10		
Räuber, Nahrungsmangel	78		
	91	= 403	= 91
bleiben		41	= 9
Puppe unvollkommen verpuppt (als Folge des Nahrungsmangels)	12		
tot (als Folge des Nahrungsmangels)	5		
parasitiert	20		
durch Vögel vernichtet rd.	8		
	45	= 18	= 4
bleiben		23	= 5
Falter vernichtet durch Räuber, Witterung Eier Weibchenanteil 50 % produzierte Eimenge: 170 je Weibchen davon nicht abgelegt	77		
bleiben abgelegte Eier 39 je Weibchen oder je Stamm		346	= 100
von den abgelegten Eiern sind parasitiert	3		
nicht befruchtet	8		
nicht geschlüpft (Konstitution)	36		
durch Räuber vertilgt	3		
	50	= 173	= 50
bleiben		173	= 50
Raupe vernichtet			
kurz nach dem Schlüpfen durch Konstitution und Witterung	77		
vor der Überwinterung durch Räuber	2		
während der Überwinterung durch Räuber und Bakteriosen	6		
Mykosen	1		
nach der Überwinterung durch Parasiten, Räuber, Krankheiten	9		
	95	= 164	= 47,5
bleiben		9	= 2,5
Puppe abgestorben (Konstitution)	10		
ichneumoniert	15		
tachiniert	43		
von Vögeln vernichtet rd.	30		
	98	= 8,82	= 2,45
bleiben		0,18	= 0,05

nichtet. Die Falter wurden zu 42—79 % Opfer räuberischer Tiere, vornehmlich Spinnen. Soweit es sich erkennen ließ, hatte die Witterung keinen Einfluß auf die Mortalität. Die Schlupfwespe *Trichogramma evanescens* Westw. vernichtete etwa zwei Drittel aller abgelegten Eier. Auf einer Versuchsfläche trat bei gleichzeitigem Vorkommen von Nonne und Kiefernspanner der eigenartige Fall ein, daß durch den verschwenderischen Fraß der Nonne die mit Spannereiern besetzten Nadeln zu Boden fielen und die hier schlüpfenden Eiraupen zugrunde gingen. Die Eiraupen starben zu 19—58 % durch Spinnen und Wanzen, hauptsächlich aber durch die unmittelbare Wirkung heftiger, gewittriger Niederschläge. In den Larvenstadien II bis IV verursachten räuberische Tiere einen Abgang von 10—15 %. Die Altraupen gingen zu 8—45 % vorwiegend infolge einer bakteriellen Seuche zugrunde, so daß das Raupenstadium eine Gesamtsterblichkeit von 81—98 % aufwies. Die das Puppenlager erreichende Restbevölkerung erlitt noch vor der Verpuppung neuerlich starke Abgänge von durchschnittlich 68 % durch den Parasiten *Campoplex angustatus* Thoms. und eine Bakteriose. Schließlich fanden noch nach der Verpuppung Ichneumonen und Tachinen weitere Opfer in Höhe von 0—26 %. Jedes Entwicklungsstadium (Falter, Ei, Raupe und Puppe) verlor mehr als die Hälfte seiner jeweiligen Ausgangsbevölkerung, und zwar fast ausschließlich durch biotische Faktoren. Abgesehen von dem vermutlich durch heftige Niederschläge bedingten Rückgang der Eiraupen haben sich unmittelbare und mittelbare Einflüsse der Witterung auf den Gang der Bevölkerungsbewegung nicht nachweisen lassen. Eine Reihe verschiedenster Glieder der Kiefernwaldbiocönose hat auf die Bevölkerung des Spanners eingewirkt, wobei jedes Entwicklungsstadium des Schädlings neue Gegner vorfand und schwerste Verluste erlitt.

In einer jüngst abgeschlossenen, noch nicht veröffentlichten Arbeit hat Thalenhorst (1941) die Bevölkerungsbewegung der Kiefernbuschhornblattwespe im Forstamt Finowtal bei Eberswalde von April bis Oktober 1940 beschrieben. Von den im Frühjahr gefundenen, überwinternden Kokons waren 30 % von Mäusen und Vögeln ausgefressen, 5 % parasitiert, 4 % verpilzt, 16 % verjaucht, 20 % durch starke Sonneneinstrahlung eingetrocknet und 5 % überliegend; letztere gingen fast sämtlich durch spätere Parasitenwirkung zugrunde. Der Sexualindex der schlüpfenden Weibchen war 0,72, die Eizahl je Weibchen 111. Im Wespenstadium starben rund 65 %, vornehmlich durch die Tätigkeit räuberischer Tiere. Die Eier wurden zu 18—27 % parasitiert, zu 2—10 % von Wanzen ausgesogen. Die Sterblichkeit der Larven war zunächst gering, stieg aber am Ende der Larvenzeit sprunghaft an und erreichte eine Höhe von 97,8 %; diese ungewöhnlich hohe Mortalität war allein auf biotische Ursachen, hauptsächlich auf pathogene Mikroorganismen zurückzuführen. Nach dem Einspinnen gingen 14—65 % der neuen Kokons durch Parasitierung, 6—10 % durch Verjauchung zugrunde. Die schlüpfenden Imagines waren zu 60 % Weibchen, die Eizahl betrug 121 je Weibchen. Die Eier waren zu 35—76 %

parasitiert und zu 14—58 % von Wanzen ausgesogen. Im Larvenstadium konnte die Bevölkerung nicht mehr statistisch erfaßt werden, da ihre Dichte zu stark abgesunken war.

Fassen wir die Ergebnisse der bisher durchgeführten Populationsanalysen zusammen, so läßt sich eines ganz klar und deutlich erkennen: in keinem Fall ist für den Entwicklungsgang einer Generation nur ein Faktor maßgeblich oder doch zumindest wesentlich beteiligt gewesen, etwa in dem Sinn, wie die extrem vertretene Witterungstheorie das Wetter als ausschlaggebenden Populationsregulator ansieht. Wir sehen vielmehr übereinstimmend eine mehr oder weniger große Vielzahl von Faktoren am Werk, die neben- und nacheinander teils stärker, teils schwächer auf die Population einwirken und ihre Dynamik bedingen. Diese Faktoren sind teils biotischer, teils abiotischer Art, zum Teil mag auch die Konstitution des Insekts eine Rolle gespielt haben; die Bedeutung der einzelnen Faktoren wechselte nach Tierart, Entwicklungsstadium der Generation und Gradation, Zeit und Ort; Übereinstimmung ergibt sich lediglich in der stets offenbar werdenden Vielfältigkeit der die Populationsbewegung bedingenden Faktoren.

Die oft unübersichtlichen Verhältnisse des Freilandes bedingen eine gewisse, teils größere, teils kleinere Unsicherheit der bei den vorgenannten Analysen gewonnenen Ergebnisse. Die Autoren haben im einzelnen selbst darauf hingewiesen, daß manche Zahlen nicht sicher, andere geschätzt seien. Auf diesen Ansatzpunkt der Kritik muß hingewiesen werden, da der Einwand zu Recht besteht, daß die genannten Zahlen nicht sämtlich gesichert sind. Dieser Umstand beeinträchtigt aber das für uns wesentliche Ergebnis der Untersuchungen nicht. Denn es kam ja nicht darauf an, zu zeigen, daß der eine oder andere Faktor eine Mortalität von 16 oder 27 % erzeugt hat, sondern daß die Populationsbewegung durch ein Zusammenwirken zahlreicher, verschiedenartiger Faktoren bedingt wurde. Dieses Ergebnis bleibt aber bestehen, auch wenn die eine oder andere Zahl unrichtig ist.

Sodann muß darauf hingewiesen werden, daß alle bisher vorgenommenen Analysen bei hoher Populationsdichte der betreffenden Art, also in der Nähe des Kulminationspunktes einer Gradation durchgeführt wurden. Der Grund liegt klar: je höher die Populationsdichte, je größer das vorhandene Tiermaterial, um so leichter sind statistische Untersuchungen vorzunehmen. Ob aber die in diesem bestimmten Gradationsstadium gefundenen Verhältnisse auch für andere Zeiten, etwa für den ansteigenden Ast einer Massenvermehrung oder für die Latenz zutreffen, muß dahingestellt bleiben. So sind die bisher vorgenommenen Analysen für die Lösung des Massenwechselproblems nur beschränkt verwertbar. Die Forderung muß gestellt werden, ähnliche Untersuchungen auch bei niedriger Populationsdichte durchzuführen. Ob das angesichts der zur Zeit fast unüberwindlich erscheinenden Schwierigkeiten möglich sein wird, muß die Zukunft lehren. Weiterhin sind, worauf auch Smith (1935) hinweist, wertvolle Ergebnisse für das Massenwechselproblem von Untersuchungen zu erwarten, welche an Arten durchgeführt werden, die ständig in geringer Populationsdichte vorkommen. Die Klärung der Frage, weshalb diese Arten keine Gradationen zeigen, könnte wichtige Hinweise auf die Ursachen der Massenvermehrungen bei anderen Arten liefern. Die Untersuchung Gößwalds (1936) über den Kiefernschwärmer, auf die noch zurückzukommen ist, liefert bereits Ansätze in dieser Richtung.

6. Das Gradocön

Die zahlreichen Einzelbeobachtungen im Freiland und die schon stattliche Reihe experimenteller Laboratoriumsergebnisse haben uns tiefe Einblicke in die Beziehungen einer Insektenart zu ihrer Umwelt vermittelt. Die vorgenommenen Populationsanalysen zeigten, wie die Bevölkerungsbewegung einer Art aus dem Zusammenwirken von vielerlei Faktoren resultiert. Die Retrogradation konnte bei einer Reihe von Massenvermehrungen durch sorgfältige analytische Arbeit auf ihre Ursachen zurückgeführt werden. Wenn auch entsprechende Analysen während der Latenz und der Progradation noch ausstehen, um das Bild zu vervollständigen, so hebt sich bei zusammenfassender Betrachtung der bisher bekannt gewordenen Zusammenhänge doch schon deutlich der Rahmen ab, in dem allein eine allgemeine Betrachtung des Massenwechselproblems möglich ist.

Die in den beiden vorigen Abschnitten dargestellten Beziehungen zwischen einer Art und irgendwelchen populationsdynamischen Faktoren waren meist unmittelbarer Natur. Temperatureinfluß änderte den Sexualindex der Nonne, Hunger verringerte die Eizahl der Forleule, die Raubwanze tötete die Raupe. In den beiden letztgenannten Beispielen mag es allerdings schon zweifelhaft erscheinen, ob man von einfachen und unmittelbaren Wirkungen sprechen darf; denn der Nahrungsmangel im Kiefernbestand setzt eine durch andere Faktoren bedingte übermäßige Vermehrung der Eulenraupen voraus, und das mehr oder weniger starke Auftreten von Raubwanzen mag auch von anderen Dingen abhängen. Wenn *Trichogramma evanescens* die Eier des Kiefernspanners zu hohem Prozentsatz vernichtete, so konnte diese Schlupfwespe nur in so großen Mengen auftreten, wenn sie reichlich Brutgelegenheit in Gestalt anderer Insekteneier vorfand; das Vorhandensein irgendwelcher, vielleicht sonst völlig indifferenter Insekteneier beeinflußte also über den Eiparasiten in sehr starkem Maße den Bevölkerungsgang des Kiefernspanners. Noch deutlicher zeigt diese Zusammenhänge der genannte Fall, in dem die Eier des Kiefernspanners durch den verschwenderischen Fraß der Nonnenraupe vernichtet wurden; die Bedingungen, welche die Vermehrung der Nonne förderten, haben mittelbar den Rückgang der Spannergradation verursacht. Je mehr man in diese Zusammenhänge einzudringen versucht, um so größer erweist sich die Zahl der mittelbaren Beziehungen, welche Fäden zwischen zunächst scheinbar völlig unabhängig voneinander existierenden Arten oder Faktoren knüpfen.

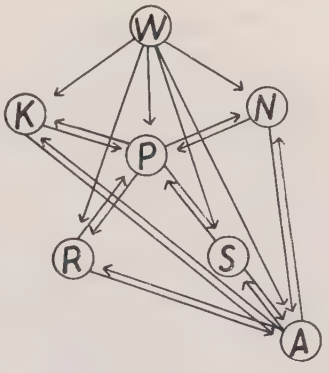


Abb. 3. Schema der Verflechtung einer Art mit den gradationsbedingenden Faktoren. Erläuterung im Text

Machen wir uns das Nebeneinander von unmittelbaren und mittelbaren Beziehungen an einem Schema klar (Abb. 3), das der Einfachheit

halber nur die exogenen populationsdynamischen Faktoren in großen Gruppen aufweist. Direkten Einfluß auf die im mittleren Kreis dargestellte Populationsdichte (P) des Schädlings können nehmen Witterung (W), Nahrung (N), Schmarotzer (S), Räuber (R) und Krankheiten (K), die jeweils durch einen Kreis mit den betreffenden Buchstaben gekennzeichnet sind. Von der Populationsdichte des Schädlings selbst können wieder das Nahrungsangebot und die Zahl der Räuber, Schmarotzer und Krankheitserreger abhängig sein. Die Witterung ihrerseits kann nun aber Nahrung, Parasiten, Räuber und Krankheiten beeinflussen und damit mittelbar auf die Schädlingspopulation einwirken. Die jeweilige Einflußnahme eines Faktors auf einen anderen ist im Schema durch einen Pfeil gekennzeichnet. Irgendeine andere Art A kann an der Nahrung des zunächst ins Auge gefaßten Schädlings teilhaben, Zwischenwirt für Parasiten sein, den gleichen Räubern als Opfer und Krankheitserregern als Träger dienen. Auf diese Art wirken nun wieder Witterung, Nahrung, Schmarotzer, Räuber und Krankheiten ein. So ergibt sich ein Netz von Beziehungen, das beliebig verdichtet und vergrößert werden kann, wenn man die Faktorengruppen Witterung, Räuber usw. in ihre einzelnen Komponenten zerlegt (vgl. u. a. die von Weber 1930 gegebenen Schemata). Würde man in einem konkreten Fall die einzelnen Wetterkomponenten, die zahlreichen Schmarotzer- und Räuberarten, die verschiedenen Krankheitserreger, die möglichen Zwischenwirte, Hyperparasiten usw. in ihrer Wirkung auf die Population einer Insektenart und untereinander aufzuzeichnen versuchen, so würde ein Gewirr von Linien entstehen, das an der Grenze der Darstellbarkeit liegen, aber gerade wegen seiner Unübersichtlichkeit ein treffendes Bild von der Verflechtung der populationsdynamischen Faktoren liefern würde.

Übertragen wir das Schema in die Natur, so ist die ins Auge gefaßte Art als Glied einer Lebensgemeinschaft den Einflüssen einer unermeßlichen Zahl von anderen Lebewesen und Umständen ausgesetzt, die wiederum von dritten, vierten und weiteren Faktoren beeinflußt werden. Die Sterblichkeit der Forleule kann maßgeblich bedingt sein durch die Tachine *Ernestia rudis* Fall., deren Flug und Eiablage wieder stark von der Witterung abhängig sind. Ein wesentlicher Parasit und Sterblichkeitserreger des Kiefernspanners ist die Schlupfwespe *Ichneumon nigritarius* Grav.; da sie mehrere Generationen im Jahre durchläuft, ist ihr Auftreten an das Vorhandensein von Zwischenwirten gebunden; diese benötigen andere Wirtspflanzen, deren Vorkommen von Klima, Boden und Form des Waldbestandes abhängt, der wiederum vom wirtschaftenden Menschen beeinflußt wird. Eine andere Reaktionsfolge beobachtete Friederichs (1938): Durch Fraß des Kiefernspanners waren in Beständen teils große Lücken, teils Kahlflächen entstanden; auf diesen Flächen fand die Graseule günstige Ernährungsverhältnisse, Wärme und vielleicht noch andere fördernde Umstände, so daß sie sich überaus stark vermehrte und das Gras vielerorts fast völlig vernichtete; dadurch wurden die Äsungsmöglichkeiten des Wildes geschmälert; wie

über die Glieder einer Kette hat somit der Kiefernspanner über die Faktoren Verringerung des Bestandesschlusses — geänderte Kleinklimabedingungen — Gedeihen des Graswuchses — Vermehrung der Graseule die Lebensbedingungen des Wildes beeinflußt. Es ergibt sich so eine Kette von Beziehungen und Abhängigkeiten, eine ökologische Kette (Escherich 1936), deren letztes Glied die Wirkung auf die ins Auge gefaßte Art ist. Innerhalb solcher Ketten bestehen wieder Querverbindungen; der gleiche Eiparasit kann sowohl den Schädling Kiefernspanner treffen wie auch den Zwischenwirt für *Ichneumon nigritarius* und damit diesen Puppenparasiten beeinträchtigen. Die wenigen Beispiele genügen, um zu zeigen, daß unendlich viele Möglichkeiten gegenseitiger Beziehungen innerhalb der Lebensgemeinschaft bestehen, von denen sicherlich viele verwirklicht werden. Einen Bruchteil solcher Abhängigkeiten hat sorgfältige Forschung bereits klargelegt; der größere Teil kann bislang nur vermutet werden.

Die einzelne, für den Menschen als Schädling wichtige Art, ist in ein System abiotischer und biotischer Faktoren eingespannt. Dabei wird als System jede Vielheit bezeichnet, deren Teile in bestimmten Beziehungen zueinander stehen (Wolterеck 1940). Wie ein Punkt in einem dichten, unregelmäßigen Raumgitter ist die Art nach allen Richtungen mit anderen als Punkte gedachten Faktoren verknüpft. Die Verbindungsfäden zwischen den einzelnen Punkten haben unterschiedliche Stärke und Elastizität, und dementsprechend sind die Abhängigkeiten untereinander lockerer oder fester, elastischer oder starrer. Die Punkte dieses Raumgitters befinden sich in steter Bewegung, das System ist dynamisch. Die Bewegung kann unter normalen Umständen nur innerhalb der Grenzen vor sich gehen, welche die Fäden zulassen; die Ausschläge der im Raum pendelnden Punkte sind bedingt von der Stärke und Elastizität der Verknüpfungsfäden; das System ist organisiert, es strebt einem Gleichgewichtszustand zu oder sucht ihn zu erhalten. Durch einen Anstoß von außen oder durch Schadhaftwerden von Verknüpfungen im Innern kann aber die Bewegung eines Punktes ein ungewöhnliches Ausmaß annehmen, so daß die Organisation gesprengt, das Gleichgewicht gestört wird.

So läßt sich, wie wir schon früher auf Grund anderer Überlegungen erkannt und durch Suchergebnisse im Freiland bestätigt gefunden haben, die Gradation einer Art als ungewöhnlich starker Ausschlag der stets hin und her pendelnden Populationsdichte ansehen. Der Ausschlag kann entstehen durch den Ausfall gewisser hemmender Faktoren, der durch das Älterwerden des Waldbestandes oder sonstige in der Entwicklung der Lebensgemeinschaft selbst beruhende Ursachen bedingt sein mag. Auch die Förderung der Fruchtbarkeit aus endogenen Gründen mag eine Rolle spielen. Häufiger, vielleicht sogar regelmäßig, wird aber ein Anstoß von außen notwendig sein, um das System durch übermäßige Vermehrung einer Art in Unordnung zu bringen. Eine besondere Witterungskonstellation kann die Fruchtbarkeit der Nonne ungewöhnlich stark steigern oder die Mortalität einer anderen Art ab-

norm mindern. Solche Vermehrungsstöße von außen brauchen aber die Art nicht unmittelbar zu treffen: Sie können an irgendeiner anderen Stelle des Systems einsetzen und in einer mehr oder weniger langen Kette auf die Art fortwirken. Ein Sturm liefert durch Bruch und Wurf von Fichten den Borkenkäfern reichlich Brutgelegenheit und begünstigt auf diesem Wege ihre Vermehrung. Niedrige Sommertemperaturen fördern die Vermehrung der Rübenfliege *(Pegomyia hyoscyami* Pz.) durch Hemmung wichtiger Parasiten, die höhere Wärmeansprüche stellen als ihr Wirt (B r e m e r 1926). Die Frühjahrstrockenheit im Jahre 1940 ließ vielerorts das Beerkraut in den Kiefernbeständen verdorren und entzog damit dem Beerkrautspanner die Nahrungspflanze; mit dem Beerkrautspanner wird sein Parasit *Ichneumon nigritarius* reduziert, der wiederum ein Hauptparasit des Kiefernspanners ist; der Ausfall dieses Mortalitätsfaktors kann unter Umständen eine Massenvermehrung des Spanners nach sich ziehen. Vermutlich wird das Bild durch das Vorhandensein weiterer Ketten und der bereits genannten Querverbindungen noch wesentlich verwickelter. Neben Eingriffen des Menschen, Grundwassersenkungen und dergleichen ist in den meisten Fällen die W i t t e r u n g der Faktor, der irgendwo von außen in die Lebensgemeinschaft eingreift und unmittelbar oder über eine Kette von Wirkungen den Schädling zur Gradation bringt. So bleibt sie letzten Endes die häufigste Ursache der Massenvermehrungen, allerdings in einem anderen Sinne, als die Witterungstheorie meinte.

Daß tatsächlich die Witterung letzten Endes in den meisten Fällen der ausschlaggebende Faktor bleibt, ergibt sich aus mancherlei Beobachtungen, die sonst schwer oder gar nicht zu deuten sind. So stieg die Populationsdichte von Kiefernspanner und Forleule fast im ganzen nordostdeutschen Kieferngebiet während der Jahre 1936 und 1937 an; sie fiel dann wieder ab und befindet sich seit etwa zwei Jahren wieder im Anstieg. Wenn auch Umfang und Intensität der Vermehrung örtlich durchaus unterschiedlich sind, kann die in einem weitgedehnten Gebiet anzutreffende einheitliche Tendenz zur Vermehrung nur durch eine auf großer Fläche gleichsinnig wirkende äußere Ursache erklärt werden, als welche mit höchster Wahrscheinlichkeit allein die Witterung in Frage kommt. Auf das zeitliche Zusammenfallen von Gradationen in weiten, zum Teil örtlich getrennten Gebieten ist auch von anderen Seiten hingewiesen worden (z. B. R ö h r l 1928, E i d m a n n 1931); in diesen Zusammenhang gehört auch die Koinzidenz von Vorbereitungsjahren der Forleule und guten Weinjahren, welche B e r w i g (1926) nachgewiesen hat. Auch die Tatsache, daß zuweilen verschiedene Schädlinge sich gleichzeitig vermehren, daß beispielsweise im Forstamt Letzlingen (Abb. 1) die Kulminationspunkte von Kiefernspanner und Kiefernspinner auf gleiche oder benachbarte Jahre (1888, 1936/37) fallen, deutet auf eine einheitliche äußere Ursache hin, die nur die Witterung sein kann.

Die Bedeutung der Witterung für den Massenwechsel der Insekten läßt sich auch aus folgender Überlegung ableiten: N i c h o l s o n (1933) und S m i t h (1935) haben festgestellt, daß auf die Dauer nur die von der Populationsdichte der Art abhängigen Mortalitätsfaktoren (density-dependent factors), also in erster Linie Parasiten, Räuber und Krankheitserreger, eine gewisse Durchschnittshöhe der Bevölkerung bestimmen können; denn ihre Wirksamkeit wächst mit der Vermehrung des Wirtes, hauptsächlich infolge leichteren Auffindens der Wirtstiere, bis ein annähernder Gleichgewichszustand erreicht ist. Die von der Populationsdichte nicht beeinflußbaren (density-independent) Faktoren, hauptsächlich die

Witterung, vermögen in der Regel einen Gleichgewichtszustand nicht aufrecht zu erhalten. Trifft dies zu, dann muß die Bevölkerungszahl von Arten, die in einigermaßen konstanter Zahl auftreten, die also keinen Massenwechsel besitzen, im wesentlichen von den biotischen Faktoren bestimmt werden. Zu dem gleichen Schluß kommt Gößwald auf Grund seiner Untersuchungen über den Kiefernschwärmer (1936). Es zeigte sich, daß die Entwicklung des Schwärmers, der im allgemeinen keine Gradationen aufweist, von Witterungsfaktoren kaum beeinflußt wird; ein kontinuierlicher Stamm von Entomophagen hält die Bevölkerungszahl des Schwärmers auf ungefähr gleicher Höhe. So müssen alle Insekten, deren Vermehrung unabhängig von der Witterung erfolgt, eine einigermaßen konstante Bevölkerungsdichte besitzen, solange ihre wesentlichsten biotischen Gegenspieler ebenfalls weitgehend von Wetterfaktoren unbeeinflußbar sind. Umgekehrt müssen Insekten, die selbst oder deren biotische Mortalitätsfaktoren in Abhängigkeit von der Witterung stehen, stark von dieser hinsichtlich ihrer Populationsdichte beeinflußt werden.

Ähnlich wie Smith hat Zwölfer (1930) zwischen „unabhängig veränderlichen" Umweltfaktoren, im wesentlichen Witterung und Tätigkeit des Menschen, und „abhängig veränderlichen" unterschieden; unter letzteren werden Nahrung, Krankheiten, Parasiten usw. verstanden, die voneinander und letzten Endes wieder von der Witterung und den Menschen beeinflußt werden. Mit Recht weist allerdings Friederichs (1931) darauf hin, daß auch die örtliche Wetterlage, besonders auf kleinstem Raume, durch den Pflanzenbestand u. ä. abgewandelt werden kann. Abgesehen hiervon, bedeutet die Zweiteilung der Faktorengruppen nicht ohne weiteres eine wertsmäßige Klassifizierung im Massenwechselproblem. Die Wirkung eines unabhängig veränderlichen Faktors kann durch eine geeignete Konstellation abhängig veränderlicher Faktoren bedeutungslos werden.

Führen wir uns, um dies klar zu machen, noch einmal das Bild des Raumgitters vor Augen. Die Wirkung des Vermehrungsstoßes, der irgendeinen Punkt des Systems trifft, muß ganz von den regulatorischen Kräften des Systems, von der Stärke und Elastizität der Verknüpfungen abhängen: Er kann völlig aufgefangen und unschädlich gemacht werden, im anderen Extrem aber zu einer Zerstörung des Systems führen. Im ersten Fall kann man in Anlehnung an Dotterweich (1940) von einem großen, im zweiten von einem geringen Beharrungsvermögen des Systems bzw. von einem stabilen und labilen Gleichgewicht sprechen. So können gleiche oder ähnliche Ursachen zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten ganz unterschiedliche Wirkungen auslösen. Der gleiche Stoß, der in einem lockeren, unfesten System schwere Erschütterungen hinterläßt, kann in einem dichten System mit zahlreichen Verknüpfungen aufgefangen werden, ohne Schaden zu verursachen. Es ergeben sich hier Ausblicke auf das Mischwaldproblem, denen in diesem Zusammenhang nicht nachgegangen werden soll; ihre Erörterung soll einer besonderen Abhandlung vorbehalten bleiben.

Ist eine Massenvermehrung eingetreten, so bringen die regulatorischen Kräfte des Systems sie nach mehr oder weniger langer Zeit zum Stehen; sie führen die Populationsdichte der Art wieder auf das normale Maß zurück. Als regulatorische Kräfte betätigen sich in erster Linie die density-dependent factors (Smith 1935), die dichteabhängigen Faktoren, deren Wirksamkeit mit Erhöhung der Wirtszahl ansteigt. Werden sehr hohe Bevölkerungszahlen erreicht, so können wir mit Eidmann (1934, 1937) von Übervölkerungserscheinungen sprechen, welche die Gradation ihrem Ende zuführen. Unter Umständen können auch Witterungserscheinungen an der Rückführung der Populationsdichte auf ihr normales Maß beitragen. Bei allzu starker Erschütterung des Gleichgewichts kann allerdings der Selbstregulierungsmechanismus

nicht ausreichen und die ganze Lebensgemeinschaft zerstört werden. Dann bildet sich eine neue Biocönose, die wiederum dem Gleichgewichtszustand zustrebt (Friederichs 1930, 1938).

Was wir bisher als System bezeichnet und mit dem Bilde des Raumgitters veranschaulicht haben, umfaßt die Lebensgemeinschaft die Biocönose oder das Biocön (Friederichs 1930), also die gesamte, einen Gleichgewichtszustand anstrebende Tier- und Pflanzenwelt eines Biotops, und die unbelebte Umwelt, das Abiocön (Friederichs 1930). Biocön und Abiocön, d. h. die gesamte Lebewelt eines Lebensraums einschließlich der in ihm auftretenden Erscheinungen der unbelebten Natur, hat Friederichs (1932, 233) unter dem Begriff des Holocöns zusammengefaßt. Eine einzelne, der Lebensgemeinschaft angehörende Art, etwa ein Schadinsekt, ist eng mit der belebten und unbelebten Umwelt verflochten, Organismus und Holocön bilden ein Beziehungsgefüge (Woltereck 1940), wobei der ins Auge gefaßte Organismus nicht als Gegenspieler, sondern als Bestandteil des Holocöns auftritt. So ist die Massenvermehrung einer Art als Erscheinung und Wirkung des Holocöns zu begreifen.

Der Begriff des Holocöns als Ganzheit der belebten und unbelebten Erscheinungen eines Lebensraums scheint für unsere Fragestellung zu weit gefaßt. Nicht alle Organismen der Lebensgemeinschaft und alle Komponenten des Abiocöns stehen in Zusammenhang mit der Massenvermehrung einer Art. Daß der Hasenbestand in einem Walde irgend etwas mit dem Auftreten der Nonne, oder der Kiefernbaumschwamm etwas mit den am gleichen Baum fressenden Spannerraupen zu tun hat, ist nicht einzusehen; zweifellos bilden aber die genannten Organismen Bestandteile der Biocönose Wald und ihres Holocöns. Allerdings ist mit solchen Feststellungen Vorsicht geboten: wie das oben angeführte, von Friederichs (1938) geschilderte Beispiel der Reaktionsfolge Kiefernspanner-Graseule-Wild zeigt, können durch Kettenwirkung Beziehungen kaum vorstellbarer Art entstehen. Jedoch dürfte es sicher sein, daß nur ein Teil der im Holocön zusammengefaßten Faktoren Einfluß auf den Massenwechsel einer Art nimmt, während der restliche Teil zu der besagten Art entweder keine oder so weitläufige Beziehungen besitzt, daß erkennbare Wirkungen nicht eintreten. Da uns diese Faktoren bei gradologischen Fragestellungen nicht interessieren, können sie unberücksichtigt bleiben. Die übrigen Faktoren, die für die Gradologie einer Art von Bedeutung sind, können dann in ihrer Gesamtheit zusammengefaßt werden als Gradocön.

Wir verstehen unter Gradocön die Ganzheit der gradationsbedingenden Faktoren einer Art, oder, anders ausgedrückt, den Komplex aller artgebundenen (endogenen) und aus der Umwelt stammenden (exogenen) biotischen und abiotischen Faktoren, welche den Massenwechsel einer Art bedingen. Zum Gradocön einer Art gehören die für ihre Populationsdynamik wesentlichen Komponenten des Wetters und des Bodens, ferner Nahrung, räuberische

Tiere, Parasiten, Krankheitserreger, aber auch Hyperparasiten, Zwischenwirte, Nährpflanzen der Zwischenwirte usw. und schließlich die Art selbst mit ihren gradologischen Eigenschaften. Das Gradocön ist ein System von Faktoren, das sich selbst reguliert und somit eine organisierte Einheit darstellt.

Die Begriffsbildung des Gradocöns bezweckt, mit Nachdruck darauf hinzuweisen, daß 1. der Massenwechsel von einer wechselnd großen Vielzahl von Faktoren bedingt wird, und daß 2. all die verschiedenen gradologischen Faktoren innig miteinander verflochten sind, ein komplexes Gebilde darstellen, in dem ein einzelner, herausgegriffener Faktor, etwa die Temperatur oder die Parasitenwirkung, nur richtig gewertet werden kann, wenn gleichzeitig die anderen Faktoren mit ihren Wechselwirkungen in die Betrachtung einbezogen werden. Es ist dasselbe, was Friederichs für das gesamte Holocön mit dem Begriff des Einheitsfaktors (1927, 1930, 1937) will, nämlich auf die Notwendigkeit der ganzheitlichen Betrachtung eines Problems hinweisen. „Es handelt sich dabei nicht etwa um die restlose, summative Erfassung der Einzelfaktoren, sondern um die jederzeitige Einbeziehung des ganzen Zusammenhanges, um verbundenes Denken im Gegensatz zum spezialistischen, also um eine veränderte Denkmethode“ (Friederichs 1931, 79).

Wie die Definition schon hat erkennen lassen, bezieht sich der Begriff des Gradocöns auf die einzelne Art. Wir sprechen vom Gradocön der Forleule oder des Hausbocks. Es handelt sich also um einen autökologischen Begriff, im Gegensatz zu den Begriffen Biocön und Holocön, die synökologischer Art sind.

Nach der vorangegangenen Darstellung braucht kaum mehr betont zu werden, daß die Gradocöne der einzelnen Arten durchaus unterschiedlich sind, und daß auch die Gradocöne der gleichen Art nach Ort und Zeit wechseln. Ein Forstschädling, der in der artenreichen Biocönose Wald lebt, hat ein sehr großes Gradocön, in dem vor allem die organismische Seite stark vertreten ist. In einer armen Biocönose, etwa einem Weingarten, treten die biotischen Faktoren hinter den abiotischen zurück: So wird der Massenwechsel der Traubenwickler fast ausschließlich von der Witterung bedingt (Stellwaag 1925, 1939). Ähnlich kleine Gradocöne mit nur wenigen Gliedern finden wir bei Vorratsschädlingen oder auch beim Hausbock, dessen Massenwechsel im wesentlichen von der Qualität der Nahrung und der Wärme beeinflußt wird. Je ärmer die Biocönose ist, um so kleiner wird das Gradocön, um so mehr nähert es sich einem einfachen Wechselspiel zwischen Art, Nahrung und Wetter. Je reicher die Lebensgemeinschaft ist, um so größer wird die Möglichkeit, daß sich andere Lebewesen in das Spiel einschalten und das Gradocön vergrößern.

Wir können somit abschließend feststellen:

Der Massenwechsel der Insekten wird verursacht durch eine nach Spezies, Ort und Zeit verschiedene Zahl von Faktoren, die endogen oder

exogen, letztere wieder abiotischer oder biotischer Art sein und unterschiedliche gradologische Bedeutung besitzen können. Die Gesamtheit der jeweiligen populationsdynamischen Faktoren bildet einen Komplex, das Gradocön, welches als Einheit wirkt.

Es mag der Einwand erhoben werden, daß diese Auffassung von den Ursachen des Massenwechsels reichlich weit gefaßt sei und eigentlich nichts Neues bringe. Neues bringt sie insofern nicht, als bereits von anderen, namentlich von Friederichs, die gleichen Gedankengänge, wenn auch in anderer Form, entwickelt wurden. Trotzdem schien die Betrachtung der Massenwechselfrage in der vorstehenden Weise notwendig, weil auf Grund neuer Untersuchungsergebnisse eine schärfere Fassung und bessere Unterbauung des Problems möglich war. Daß damit Eulen nach Athen getragen werden, ist nicht zu befürchten; denn trotz der zahlreichen Darstellungen Friederichs' und anderer steht die Durchdringung des entomologischen und speziell des gradologischen Schrifttums mit ganzheitlichem Gedankengut noch in ihren Anfängen. Und der Einwand, die Theorie sei zu weit gefaßt, um eine Arbeitsgrundlage bilden zu können, wird hinfällig mit dem Hinweis auf die unübersehbare Vielfältigkeit der populationsdynamischen Faktoren, die eine engere Fassung für die allgemeine Begründung des Massenwechsels nicht zuläßt. Die Theorie bietet einen Rahmen, in dem die konkrete Klärung der speziellen Ursachen des Massenwechsels einer bestimmten Art durchgeführt oder versucht werden kann. Ihr Zweck ist erfüllt, wenn sie die allgemeinen Gesichtspunkte herausstellt, unter denen die Forschung an die Lösung der Einzelprobleme gehen und die von ihr festgestellten Tatsachen einordnen kann.

7. Schrifttum

1. Alpatov, W. W., Egg production in *Drosophila melanogaster* and some factors which influence it. Journ. exp. Zool. 1932, 63.
2. Altum, B., Forstzoologie. III. Insekten. Berlin 1881.
3. d'Ancona, U., Der Kampf ums Dasein. Eine biologisch-mathematische Darstellung der Lebensgemeinschaften und biologischen Gleichgewichte. Berlin 1939.
4. Bacot, A., A study of the Bionomics of the common Rat Fleas. Journ. Hyg., Plague Suppl. 1914, 3, 447—654.
5. Baer, W., Die Tachinen als Schmarotzer der schädlichen Insekten. Ihre Lebensweise, wirtschaftliche Bedeutung und systematische Kennzeichnung. Zeitschr. für angew. Entomologie 1920, 6, 185—246; 1921, 7, 97—163, 349—423.
6. Berwig, W., Die Forleule in Bayern. Forstw. Centralbl. 1926, 48, 165—181, 209—217, 259—267, 293—297, 318—328.
7. Blunck, H., Der Massenwechsel der Insekten und seine Ursachen. 4. Wanderversammlung Deutsch. Entomologen 1930, 19—41.
8. Bodenheimer, F. S., Über die Voraussage der Generationenzahl von Insekten. III. Die Bedeutung des Klimas für die landwirtschaftliche Entomologie. Zeitschr. für angew. Entomologie 1927, 12, 91—122.

9. Bodenheimer, F. S., Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur. Biol. Zentralbl. 1928, 48, 714—739.
10. — — Über die Grundlagen einer allgemeinen Epidemiologie der Insektenkalamitäten. Zeitschr. für angew. Entomologie 1930, 16, 433—450.
11. — — Der Massenwechsel in der Tierwelt. Grundriß einer allgemeinen tierischen Bevölkerungslehre. Arch. zool. ital. 1931, 16, 98—111.
12. — — Essai d'une comparaison de la théorie générale des populations animales et vegétales. The Palestine Journal of Botany and Horticultural Science 1936, 1, 7—12.
13. Börner, C., Beiträge zur Kenntnis vom Massenwechsel (Gradation) schädlicher Insekten. Arb. Biol. Reichsanstalt 1921, 10, 405—466.
14. Brandt, H., Über die Änderung des Geschlechtsverhältnisses bei Insekten und ihre Ursachen. Arb. phys. angew. Entomologie Berlin-Dahlem 1936, 3, 218—221.
15. — — Untersuchungen über die Änderung des Geschlechtsverhältnisses bei der Nonne (*Lymantria monacha* L.) und ihre Ursachen. Zeitschr. für angew. Entomologie 1938, 24, 87—94.
16. Bremer, H., Zur Epidemiologie der Rübenfliege (*Pegomyia hyoscyami* Pz.). Anz. für Schädlingskunde 1926, 2, 133—135.
17. — — Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. Zeitschr. für angew. Entomologie 1929, 14, 254—272.
18. Dotterweich, H., Das Biologische Gleichgewicht. Jena 1940.
19. Eckstein, F., Zoologisch-meteorologische Studien. Erste Mitteilung: Über den Einfluß von Standort und Klima auf die Gradation des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* L.). Zeitschr. für angew. Entomologie 1923, 9, 247—305.
20. Eckstein, K., Bausteine zur Lebensgeschichte der Forleule. Zeitschr. für angew. Entomologie 1924, 10, 313—326.
21. Eidmann, H., Der Kiefernspanner in Bayern im Jahre 1925 mit besonderer Berücksichtigung des Parasitenproblems. Zeitschr. für angew. Entomologie 1927, 12, 51—90.
22. — — Zur Kenntnis der Periodizität der Insektenepidemien. Zeitschr. für angew. Entomologie 1931, 18, 537—567.
23. — — Der Einfluß alternierender Temperaturen auf die Eiraupe der Forleule (*Panolis flammea* Schiff.) nebst Bemerkungen über die epidemiologische Bedeutung dieses Stadiums. Forstw. Centralbl. 1933, 55, 185.
24. — — Zur Epidemiologie der Forleule. Mitt. a. Forstwirtsch. und Forstwiss. 1934, 5, 13—27.
25. — — Die Populationsbewegung der Insekten. Verh. Deutsch. Zool. Ges. 1937, 315/316.
26. — — Zur Theorie der Bevölkerungsbewegung der Insekten. Anzeiger für Schädlingskunde 1937, 13, 25/26, 47—52.
27. Engel, H., Populationsdynamik des Kiefernspanners in verschiedenen Biotopen. Verhandl. 7. Intern. Kongreß Entom. 1938, 1941—1949.
28. — — Über die Populationsbewegung des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* L.) in verschiedenen Bestandstypen. Zeitschr. für angew. Entomologie (im Druck).
29. Escherich, K., Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten. Berlin 1913.
30. — — Die Forstinsekten Mitteleuropas. 1. Bd. Berlin 1914. 3. Bd. Berlin 1931.
31. — — Forstentomologische Streifzüge im Urwald von Bialowies. Eine waldhygienische Betrachtung. In: Bialowies in deutscher Verwaltung 2. Heft, Berlin 1917. 97—115.
32. — — Parasitenwirkung und biologische Bekämpfung. Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen 1922, 54, 193—198.
33. — — Kieferneulenkatastrophe und Forstentomologie. Ber. 21. Hauptvers. D. Forstvereines zu Bamberg 1924.

34. Escherich, K., Neuzeitliche Bekämpfung tierischer Schädlinge. Naturwiss. 1926, 14, 1026—1074.
35. — — Das neue Gesicht der Forstentomologie. Forstwiss. Centralbl. 1930, 52, 525—546.
36. — — Biologisches Gleichgewicht. München 1935.
37. — — Die Erforschung der Waldverderber. Drei Jahrzehnte im Kampf gegen Forstschädlinge. Berlin 1936.
38. Friederichs, K., Die Bedeutung der Biocönosen für den Pflanzenschutz gegen Tiere. Zeitschr. für angew. Entomologie 1927, 12, 385—411.
39. — — Waldkatastrophen in biocönotischer Betrachtung. Anz. für Schädlingskunde 1928, 4, 139—142.
40. — — Grundsätzliches über die Lebenseinheiten höherer Ordnung und den ökologischen Einheitsfaktor. Naturw. 1927, 15, 153—157, 182—186.
41. — — Welche Faktoren regeln die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur? Anz. für Schädlingskunde 1929, 5, 119—123.
42. — — Noch einiges über die Ursachen stärkeren und schwächeren Auftretens von Insektenarten. Anz. für Schädlingskunde 1930, 6, 25,26.
43. — — Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie, insbesondere der Entomologie. 2 Bände. Berlin 1930.
44. — — Zu den Meinungsverschiedenheiten über die Bewertung der einzelnen die Vermehrung von Insekten begrenzenden Faktoren. Anz. für Schädlingskunde 1931, 7, 77—80.
45. — — Die Kieferneule in Mecklenburg. II. Das Ende der Plage. Epidemiologische Untersuchungen. Forstw. Centralblatt 1934, 56, 276—283, 295—306.
46. — — Folgerungen aus den neuen Untersuchungen über die Forleule. Anz. für Schädlingskunde 1935, 11, 19—23.
47. — — Ökologie als Wissenschaft von der Natur. Leipzig 1937.
48. — — Der Raupenfraß in der Schwinzer und Wooster Heide in ökologischer Betrachtung. Verh. 7. Intern. Kongreß für Entomologie 1938, 1138—1148.
49. Gäbler, H., *Picromerus bidens* L. als Feind der Lophyruslarven. Thar. Forstl. Jahrbuch 1937, 88, 51—58.
50. Gößwald, K., Zur Frage nach der Abhängigkeit der Entwicklung des Kiefernschwärmers *Sphinx pinastri* L. von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Zeitschr. für angew. Entomologie 1936, 22, 521—532.
51. Gradmann, H., Die harmonische Lebenseinheit vom Standpunkt exakter Naturwissenschaft. Naturw. 1940, 18, 641—644, 662—666.
52. Hofmann, Chr., Der Einfluß von Hunger und engem Lebensraum auf das Wachstum und die Fortpflanzung der Lepidopteren. Zeitschr. für angew. Entomologie 1934, 20, 51—84.
53. Horn, W., Einige Bedenken gegen neuere Anschauungen über Massenvermehrung von Insekten. 4. Wandervers. Deutsch. Entomologen 1930, 43—50.
54. Janisch, E., Das Exponentialgesetz als Grundlage einer vergleichenden Biologie. Berlin 1927.
55. — — Über die Wirkungsgröße der Umweltfaktoren bei der Massenvermehrung der Insekten. Deutsche Forschung 1929, Heft 9. Landwirtschaftwissenschaft.
56. — — Über das Optimum der Insekten. Ent. Beih. Berlin-Dahlem 1934, 1, 131 bis 136.
57. — — Das klimatische Optimum der Nonnenraupe. Mitteil. a. Forstwirtsch. und Forstwissensch. 1938, 9, 372—386.
58. Judeich, J. F., und Nitsche, H., Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde. Wien 1895.
59. Just, G., Vererbung. Handwb. Nat. 1935, 10, 187—230.

60. Knoche, E., Klima und Nonne. I. Die Entwicklung des Embryo. Arb. Biol. Reichsanst. 1932, 20.
61. Kozhantschikow, I. W., Zur Frage nach dem Temperaturoptimum des Lebens. II. Über die Temperaturabhängigkeit einzelner physiologischer Prozesse und ihre Beziehung auf das Lebensoptimum des Organismus. Zeitschr. für angew. Entomologie 1934, 20, 590—610. V. Über die Beziehung der Entwicklungsgeschwindigkeit zum vitalen Optimum bei Insekten. Zeitschr. für angew. Entomologie 1936, 22, 452—462.
62. Mann, Margaret C., A Demonstration of the Stability of the Genes of an Inbred Stock of *Drosophila melanogaster* under Experimental Conditions. Journ. Exptl. Zool. 1924, 38, 213—244.
63. Marcus, B. A., Die Entwicklung der Forleule (*Panolis flammea* Schiff.) 1931 im Lorenzer Reichswald. Zeitschr. für angew. Entomologie 1934, 20, 169—203.
64. Meyer, E., Beobachtungen und Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung der Forleule. Zeitschr. für angew. Entomologie 1931, 18, 1—56.
65. Nicholson, A. J., The Balance of Animal Populations. Journ. of Animal Ecology 1933, 2, 132—178.
66. Pierce, W. D., A new Interpretation of the relationships of Temperature and Humidity to Insect Development. Journ. Agric. Res. 1916, 5, 1183—1191.
67. Plagge, E., Hormone bei wirbellosen Tieren. D. Biologe 1939, 8, 349—355.
68. Ratzeburg, J. T. C., Die Forstinsekten. II. Die Falter. Berlin 1840.
69. Röhrl, Waldkatastrophen. Forstw. Centralblatt 1928, 50, 293—315.
70. Sachtleben, H., Die Forleule, *Panolis flammea* Schiff. Berlin 1929.
71. Sattler, H., Die Entwicklung der Nonne, *Lymantria monacha*, in ihrer Abhängigkeit von der Nahrungsqualität. Zeitschr. für angew. Entomologie 1939, 25, 543—587.
72. Schedl, K., Zur Blattwespenprognose. Mitt. a. Forstwirtschaft u. Forstwissenschaft 1938, 9, 192—241.
73. Schimitschek, E., Die Bedeutung der Entwicklungsdauer und der Mortalitätsdiagramme für die Prognose von Insektenmassenvermehrungen. Sudetendeutsche Forst- und Jagdzeitung 1931, 31, 198—205.
74. Schönwiese, F., Beobachtungen und Versuche anläßlich einer Übervermehrung von *Lophyrus sertifer* Geoffr. (*rufus* Panz.) in Südkärnten in den Jahren 1931/32. Zeitschr. für angew. Entomologie 1935, 21, 463—500.
75. Schulze, H., Über die Fruchtbarkeit der Schlupfwespe *Trichogramma evanescens* Westwood. Zeitschr. für Morphologie und Ökologie der Tiere 1926, 6, 553 bis 585.
76. Schwerdtfeger, F., Betrachtungen zur Epidemiologie des Kiefernspanners. Zeitschr. für angew. Entomologie 1932, 19, 104—129.
77. — — Die Forleule in Neuendorf 1932. Untersuchungen über ihre Ökologie, Epidemiologie und Bekämpfung. Mitteil. a. Forstwirtsch. u. Forstwissenschaft 1932, 342—404.
78. — — Über den Verlauf von Insektengradationen. Dargestellt an einigen Forstschädlingen. Verhandl. Deutsch. Ges. f. angew. Entomologie zu Erlangen 1933, 32—41. Berlin 1934.
79. — — Untersuchungen über die Mortalität der Forleule (*Panolis flammea* Schiff.) im Krisenjahr einer Epidemie. Mitteil. a. Fortswirtsch. u. Forstwissensch. 1934, 5, 417—474.
80. — — Verlauf und Ausdehnung der Forleulengradation 1932/33 in Preußen. Mitteil. a. Forstwirtschaft u. Forstwissensch. 1934, 5, 5—12.
81. — — Studien über den Massenwechsel einiger Forstschädlinge. I. Das Klima der Schadgebiete von *Bupalus piniarius* L., *Panolis flammea* Schiff. und *Dendrolimus pini* L. in Deutschland. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1935, 67, 15—38, 85

bis 104. II. Über die Populationsdichte von *Bupalus piniarius* L., *Panolis flammea* Schiff., *Dendrolimus pini* L., *Sphinx pinastri* L. und ihren zeitlichen Wechsel. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1935, 67, 449—482, 513—540.

82. — — Zur Kenntnis der roten Kiefernbuschhornblattwespe *Diprion sertifer* Geoffr. (*Lophyrus rufus* Panz.). Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch. 1936, 46, 513—534.

83. — — Beiträge zur Kenntnis des Kiefernspinners, *Dendrolimus pini* L., und seiner Bekämpfung. Mitteil. a. Forstwirtsch. u. Forstwissensch. 1936, 7, 169—242.

84. — — Über Genauigkeit und Arbeitsaufwand bei prognostischen Untersuchungen. Anzeig. f. Schädlingskunde 1937, 13, 141—144.

85. — — Die Organisation der Schädlingsbekämpfung in den Preußischen Staatsforsten. VII. Intern. Kongreß f. Entomologen Berlin 1938, 2132—2148.

86. — — Zur Kenntnis der Kiefernschonungsgespinstblattwespe (*Acantholyda erythrocephala* L.). Zeitschr. f. angew. Entomologie 1941, 28, im Druck.

87. Seiler, J., Geschlechtschromosomenuntersuchungen an Psychiden. Arch. f. Zellforsch. 15 1920, 249—268.

88. Smirnov, E., and Pojejaeff, W., The density of population and the sterility of the females in the Coccid *Lepidosaphes ulmi* L. Journ. Anim. Ec. 1934, 3.

89. — — Kampf um den Raum bei der Schildlaus *Lepidosaphes ulmi* L. Zeitschr. f. angew. Entomologie 1935, 21, 406—414.

90. Smirnov, E., und Wiolovitsh, N., Über den Zusammmenhang zwischen der Populationsdichte und Eierproduktion der Weibchen bei der Schildlaus *Chionaspis salicis* L. Zeitschr. f. angew. Entomologie 1934, 20, 415—424.

91. Smith, H. S., The role of biotic factors in the determination of population density. Journ. Econ. Entom. 1935, 28, 873.

92. Statelow, N., Experimentelle Untersuchungen zur Ökologie des Baumweißlings, *Aporia crataegi* L. (Der Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf Entwicklungsdauer und Sterblichkeit.) Zeitschr. f. angew. Entomologie 1935, 21, 523 bis 546.

93. Stellwaag, F., Die Schmarotzerwespen (Schlupfwespen) als Parasiten. Berlin 1921.

94. — — Die Massenbewegung der Traubenwickler im Verhältnis zur Witterung. Anzeig. f. Schädlingskunde 1925, 1, 52—54, 63/64.

95. — — Das Massenauftreten von pflanzenschädigenden Insekten. Organismen und Umwelt. 20 Vorträge herausg. v. R. Otto. Dresden-Leipzig 1939, 182—190.

96. — — Der Massenwechsel des bekreuzten Traubenwicklers *Polychrosis botrana* im Weinbau. Zeitschr. f. angew. Entomologie 1939, 25, 57—80.

97. Subklew, W., Untersuchungen über die Bevölkerungsbewegung des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* L.). Mitteil. a. Forstwirtsch. u. Forstwissensch. 1939, 10, 10—51.

98. Thalenhorst, W., Zur Biologie des Kiefernspannerparasiten *Ichneumon nigritarius* Grav. Zeitschr. f. angew. Entomologie 1939, 26, 185—208.

99. — — Der Zusammenbruch einer Massenvermehrung von *Diprion pini* L. und seine Ursachen. Zeitschr. f. angew. Entomologie, im Druck.

100. Titschack, E., Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß der Massenzucht auf das Einzeltier. Zeitschr. f. angew. Entomologie 1937, 23, 1—64.

101. Voelkel, H., Vorläufige Mitteilung über den gesetzmäßigen Ablauf der Massenvermehrungen. Nachrichtenbl. f. Deutsch. Pflanzensch. D. 1930.

102. Voute, A. D., Die Eientwicklung der Mehlmotte *Ephestia Kühniella* Zell. bei konstanten und schwankenden Temperaturen. Zeitschr. f. angew. Entomologie 1936, 22, 1—25, 165—184.

103. Weber, H., Biologie der Hemipteren. Berlin 1930.

104. Weidling, K., Die Beeinflussung von Eiröhrenzahl und -größe einiger Dipteren durch Hunger im Larvalstadium. Zeitschr. f. angew. Entomologie 1929, 14, 67—85.
105. Wolff, M., und Krauße, A., Die forstlichen Lepidopteren. Jena 1922.
106. Woltereck, R., Grundzüge einer allgemeinen Biologie. 2. Auflage. Stuttgart 1940.
107. Zwölfer, W., Zur Theorie der Insektenepidemien. Biol. Zentralbl. 1930, 50, 724—759.
108. — — Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. 1. Die Kieferneule *Panolis flammea* Schiff. Zeitschr. f. angew. Entomologie 1931, 17, 475—562.
109. — — Studien zur Ökologie, insbesondere zur Bevölkerungslehre der Nonne *Lymantria monacha* L. (Vermehrungspotential und Sterblichkeit der Entwicklungsstufen in ihren Beziehungen zu Temperatur und Luftfeuchtigkeit). Zeitschr. f. angew. Entomologie 1934, 20, 1—50.

Beiträge zur Forstentomologie der Türkei IV

Die forstentomologischen Zonen der Türkei

Von

Erwin Schimitschek

(Mit 2 Karten)

Während meiner Tätigkeit in der Türkei hatte ich mir die Aufgabe gestellt, die forstentomologischen Verhältnisse des türkischen Waldes soweit als möglich zu klären. Ein forstentomologisches Schrifttum bestand überhaupt nicht, so daß also in forstentomologischer Hinsicht durchweg Neuland zu bearbeiten war. Die Grundlagen einer forstlichen Entomologie in der Türkei zu schaffen, war daher von größter Wichtigkeit, denn die forstliche Entomologie hat für den Wald die gleiche Bedeutung wie die Humanmedizin für die menschliche Hygiene.

In jedem Lande ist die Zusammensetzung der Tierwelt, so der Forstinsekten, von den natürlichen Gegebenheiten des Landes an und für sich bedingt. Die Bevölkerungsdichte der Schädlinge, ihr Massenauftreten wird diktiert von der Gunst oder Ungunst der Umweltbedingungen, insbesondere des Klimas und der wirtschaftlichen Verhältnisse des Landes im weitesten Sinne des Wortes. Dazu gehören nicht nur die derzeitigen vom Menschen geübten Kulturformen und Nutzungsformen, sondern auch die Formen der Naturbenutzung vergangener Zeiten.

In der Türkei finden sich sowohl im Klima wie auch in der Morphologie des Landes die größten Verschiedenheiten vor. Klimatisch treten vom Klima der Salzwüste und dem mediterranen Küstenklima alle Stufen bis zum ostanatolischen Hochlandsklima auf. Alle Übergänge von ausgesprochenen Dürregebieten bis zu außerordentlich regenreichen Gebieten (wie die Klimainsel von Rize am Schwarzen Meer) sind vorhanden. Die südlichen Gebiete Anatoliens gegen die syrische Wüste zu gehören nach Christiansen-Weniger zu den heißesten Gebieten der Erde.

Auch morphologisch ist Anatolien ein Land der Gegensätze und Extreme. Im Osten setzen sich die Hochgebirge Asiens in Anatolien fort. Im Ost- und Westpontus bilden die hohen Randgebirge eine gewaltige Scheide zwischen dem vom Schwarzen Meer beeinflußten Klima und dem kontinentalen Klima der anatolischen Innenlandschaft. Auf dem morphologischen Aufbau beruhen überhaupt die gewaltigen Unterschiede zwischen der Innenlandschaft und den Randgebieten Anatoliens.

Die Verschiedenheiten des Landes in klimatischer und morphologischer Richtung bedingen naturgemäß auch weitgehende Unterschiede in der Pflanzenwelt der einzelnen Gebiete. Ebenso ist die Türkei, die im allgemeinen tiergeographisch zur mediterranen Subregion gerechnet wird, in tiergeographischer Hinsicht durchaus nicht einheitlich, sondern es können verschiedene Zonen unterschieden werden.

Inneranatolien wird von Bodenheimer zur irano-turanischen Region, die Küstengebiete werden zur mediterranen Region und die großen Randgebirgszüge Nordanatoliens zur eurosibirischen Region eingereiht.

Eine erste Einteilung Kleinasiens in Provinzen wurde von Neuhäuser auf Grund von Untersuchungen über Mäuse vorgenommen. Dieser Autor unterscheidet sieben Provinzen, und zwar: 1. Das armenische Hochland, das tiergeographisch zum Iran und zu Transkaukasien gehört. 2. Das Hochsteppengebiet von Mittelanatolien, das zur irano-turanischen Region gehört. 3. Die Westküste und ihr Hinterland. Dieses Gebiet ist nach diesem Autor rein mediterran. 4. Die pontischen Gebirge, die sehr viel nördliche Formen haben. 5. Die östlichen Teile des pontischen Gebirges mit kaukasischen und westlichen Formen. 6. Die Gebirge des Taurus. 7. Das Gebiet der syrischen Grenze.

Betrachtet man die Tierwelt Anatoliens in großen Zügen, so findet man palaearktishe Tiere, die in der ganzen Türkei vorkommen. Man kann weiter ein begrenztes Auftreten von nördlichen und südlichen Formen und auch von kaukasischen Formen feststellen. Zu den weit verbreiteten Arten gehören z. B.: *Cicindela campestris* L., *C. hybrida* L., *C. soluta* Latr., *Calosoma sycophanta* L., *C. inquisitor* L., *Phloeopora corticalis* Gravh., *Placusa complanata* Er., *Metoponcus brevicornis* Er., *Clerus formicarius* L., *Bostrychus capucinus* L., *Myelophilus corsicus* Egg., *Myelophilus piniperda* L., *Thaumetopoea pityocampa* Schiff., oder um Wirbeltiere zu nennen: Hase, Bär, Wolf, Schakal, Fuchs, Dachs, Wildkatze, Steinmarder, Wiesel und Fischotter.

Eine ganze Gruppe von Tieren ist auf den Norden Anatoliens beschränkt, z. B. *Mastigus Schimitscheki* Machulka, *Taphrorychus Bulmerincqui* Woll., *Taphrorychus hirtellus* Hrbst., *Taphrorychus Schimitscheki* Eggers, *Crypturgus Apfelbecki* Egg., *Crypturgus cylindricollis* Egg., *Trypodendron meridionale* Egg., *Cryphalus subdepressus* Egg., *Ips sexdentatus* Börn., *Ips curvidens* Germ., *Ips spinidens* Reitt., *Ips acuminatus* Gyll., *Lymantria monacha* L., bzw. von Wirbeltieren: Edelmarder [1]), Hermelin, Rothirsch [2]), Reh.

---

[1]) Der Edelmarder ist selten und sein Balg in der Türkei wesentlich schlechter als der des in diesen Gebieten sehr kräftigen Steinmarders, der hier einen ganz hervorragend schönen Balg hat.

[2]) Das Rotwild ist leider größtenteils ausgeschossen, somit selten geworden und darf nach dem neuen türkischen Jagdgesetz überhaupt nicht abgeschossen werden.

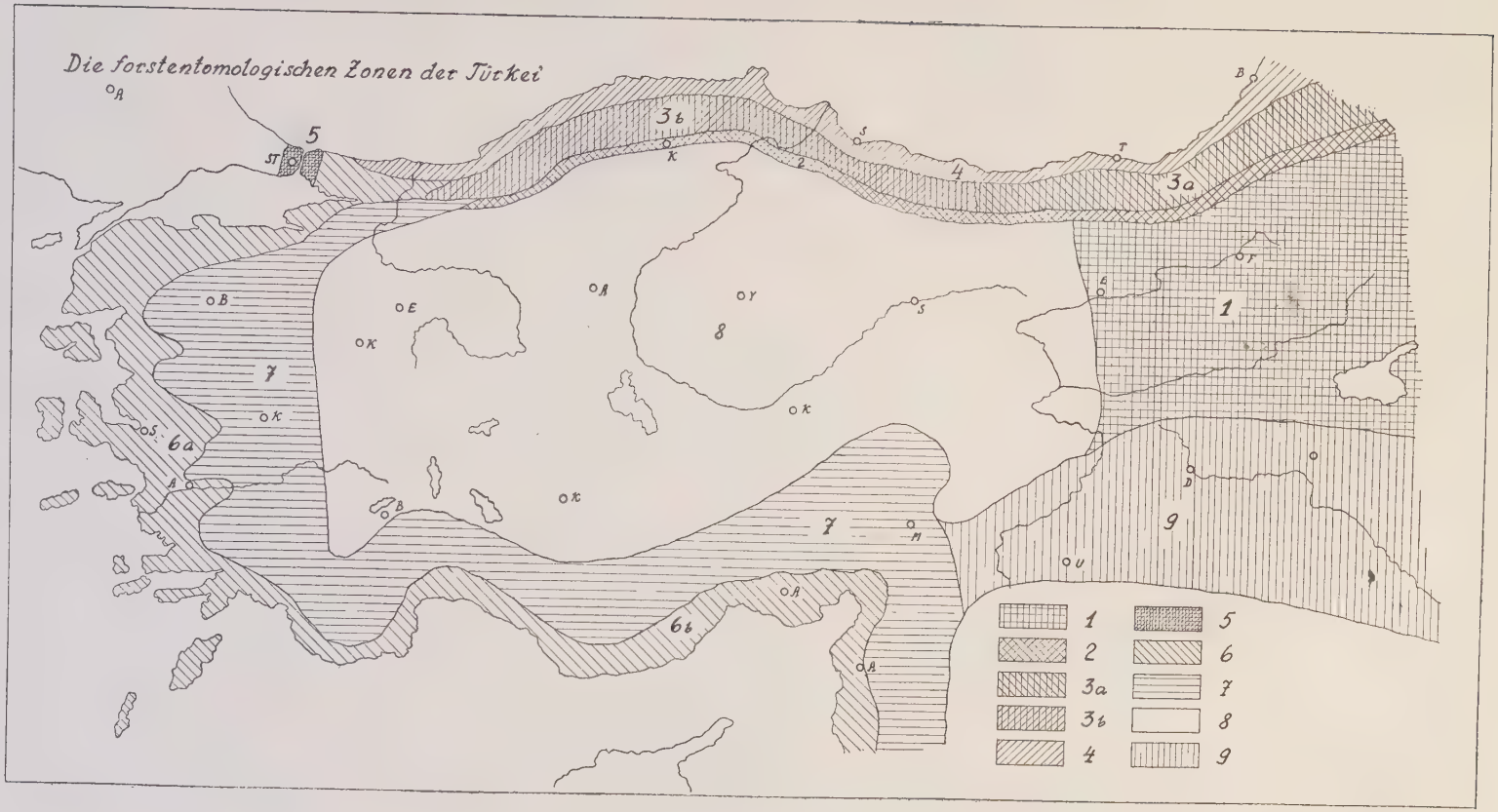
Im pontischen Gebiet kommen mitteleuropäische Formen im Westpontus vor, so z. B. *Nudobius lentus* Grav., während im Ostpontus *Nudobius lentus* Grav., nicht mehr auftritt, sondern durch die kaukasische Art *Nudobius umbratus* Motsch., vertreten ist. Im Ostpontus tritt z. B. auch die bisher nur aus dem Kaukasus bekannte Coccinellide *Exochomus illaesicollis* Roubal häufig auf. Nur im Süden treten z. B. *Anthaxia corynthia subsp. astarte* Obenb., *Pogonochaerus anatolicus* Dan., *Crypturgus numidicus* Eggers, und zwar die var. *abbreviatus* Eggers, auf und von Wirbeltieren die gestreifte Hyäne, der Leopard (in geschichtlicher Zeit war auch noch der Löwe vorhanden) und Ichneumon. Schon diese einfache Gegenüberstellung zeigt eine Differenzierung der anatolischen Fauna nach klimatischen Standorten. Bei weiteren Untersuchungen gelangt man jedoch hinsichtlich der forstentomologischen Verhältnisse zu noch schärferen Abgrenzungen.

Bei dem Versuche, die im Laufe von 3 Jahren gemachten forstentomologischen Beobachtungen zu einer Einteilung Anatoliens in forstentomologische Zonen zu verwenden, gelangte ich zu einer Abgrenzung bestimmter Gebiete (Karte 1). Unter forstentomologischen Zonen verstehe ich solche, die hinsichtlich ihrer Tierwelt, der Pflanzenwelt, des Klimas, des wirtschaftlichen Gefüges und hinsichtlich ihres natürlichen Umweltwiderstandes gegen Insektenschäden einheitliche Züge besitzen.

Für die Einteilung der Türkei in forstentomologische Zonen wurde auch das massenweise Auftreten von schädlichen Forstinsekten verwendet (Karte 2). Es soll nun somit eine Einteilung getroffen werden, die nicht nur das Vorkommen der einen oder anderen Art zum Ausdruck bringt, sondern auch die Dauerschadensgebiete bzw. Massenwechselgebiete der forstlichen Schädlinge berücksichtigt. Das Auftreten von Schädlingen, die in verschiedenen klimatisch und forstentomologisch differenzierten Gebieten Anatoliens vorhanden sind, wie des Pinienprozessionsspinners, konnte natürlich zum Zwecke der Abgrenzung forstentomologischer Zonen nicht herangezogen werden, wohl aber die Intensität ihres Vorkommens.

In der Tabelle 1 sind einige den einzelnen Zonen zugehörige Klimastationen angegeben und die wichtigsten Klimaelemente angeführt. Zur Erläuterung für die Köpenschen Klimaformeln sei die Bedeutung der einzelnen Bezeichnungen wiedergegeben:

B = Regenmenge unter der Trockenheitsgrenze (Trockengebiet),
C = kältester Monat zwischen —3° und +18° C,
D = kältester Monat unter —3°, wärmster über 10° C,
S = Steppenklima,
a = Temperatur des wärmsten Monats über 22° C, mindestens vier Monate über 10° C,
b = Temperatur des wärmsten Monats unter 22° C,
f = beständig feucht,


Die forstentomologischen Zonen der Türkei
1
2
3a
3b
4
5
6a
6b
7
8
9

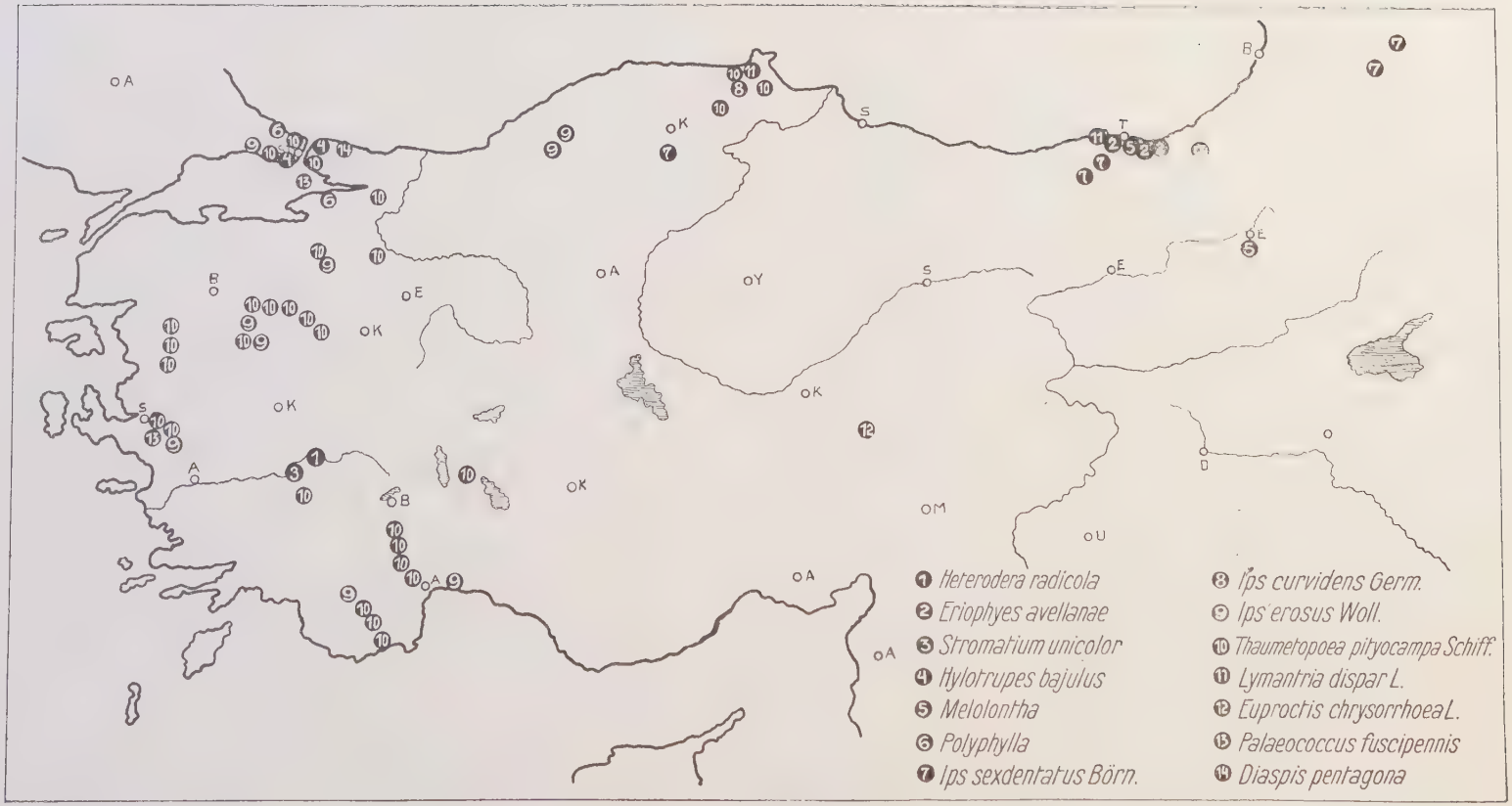

1 Heterodera radicola
2 Eriophyes avellanae
3 Stromatium unicolor
4 Hylotrupes bajulus
5 Melolontha
6 Polyphylla
7 Ips sexdentatus Börn.
8 Ips curvidens Germ.
9 Ips erosus Woll.
10 Thaumetopoea pityocampa Schiff.
11 Lymantria dispar L.
12 Euproctis chrysorrhoea L.
13 Palaeococcus fuscipennis
14 Diaspis pentagona

Tabelle 1

Zone	Ort z. B.	Höhe m	Klimaformel[1])	Mittlere Jahrestemperatur °C	Wärmster Monat	Kältester Monat	Jahrestemperaturschwankung °C	Summe d. Niederschläge Jahr	monatlich max.	monatlich min.	Hauptholzarten
1	Erzerum . . .	1951	Dfb	5,6	19,4 Au	— 10,7 Ja	30,1	480	72 Ma	17 Ja	Pinus. Quercus-Arten. Auch Steppengebiete
	Erzincan . . .	1420	DSakv	9,4	23,7 Au	— 7,7 Ja	34,4	318	54 Ap	7 Au	
2	Kastamoni . . .	750	Cxbkv	10,7	21,0 Jl	— 1,2 Ja	22,2	483	94 Ma	14 Se	Pinus silvestris, P. nigra (Abies Bornmülleriana), Quercus, Populus. Fagus
3a	Meteorologische Stationen fehlen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Picea orientalis, Abies nordmanniana, Pinus silvestris, Quercus, Castanea vesca, Fagus orientalis
3b	Meteorologische Stationen fehlen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Abies Bornmülleriana, Pinus silvestris, Quercus, Fagus orientalis
4	Rize } Ost-	130	Cfarv	13,8	22,3 Au	5,4 Fe	16,9	2879	363 No	77 Ma	Picea orient. (Reste), Quercus, Corylus avellana, Alnus, Macchie (Rize: Citrus, Palme, Tee)
	Trabzon } gebiet	200	Cfa	14,7	23,6 Au	6,4 Fe	17,2	853	156 No	34 Ma	
	Giresun }	5	Cfar	14,2	23,5 Au	6,5 Fe	17,0	1437	239 No	58 Ma	
	Sinop } West-	18	Cfas	13,6	22,6 Jl	6,1 Ja	16,5	750	120 No	20 Ma	Pinus silvestris, Macchie
	Zonguldak } gebiet	58	Cfar	13,8	22,8 Au	5,1 Ja	17,7	1570?	216 No	61 Ma	
5	Istanbul . . .	75	Cfas	13,8	22,9 Jl	4,8 Ja	18,1	730	120 De	30 Jn	Quercus conferta, Qu. cerris, Fagus orient., Castanea vesca, Ulmus, Cupressus, Carpinus, Tilia, Macchie
6a	Bursa	120	Csav	14,5	24,6 Jl	5,4 Ja	19,2	469	97 De	9 Jl	Pinus brutia, Quercus, Ölbaum, Pistacie, Feige, Macchie. Künstlich: Eucalyptus globulus
	Izmir	35	Csav	17,1	27,0 Jl	7,7 Ja	19,3	759	134 De	1 Au	
6b	Adana	25	Cshv	19,0	29,1 Au	9,1 Ja	20,0	559	113 De	5 Jl	Pinus brutia, Pinus pinea, Quercus, Ölbaum, Feige, Oleander, Pistacie, Citrus, Banane, Reis, Felsenheide, Macchie
	Antalya . . .	30	Cshrv	18,6	28,1 Jl	10,4 Fe	17,7	1078	246 Ja	0 Jl	
7	Denizli	450	Cxasv	15,7	27,0 Jl	5,8 Ja	21,2	464	64 Fe	1 Au	Pinus brutia, P. silvestris, Quercus aegilops, Qu. ilex u. a., Cedrus libani, Abies cephalonica
	Burdur	1000	Bxasv	13,5	25,2 Jl	2,0 Ja	23,2	292	48 Ma	3 Au	
	Isparta	1020	Cxasv	12,0	22,8 Jl	2,0 Ja	20,8	495	85 De	3 Au	
8	Konya	1025	BSaskv	11,3	23,2 Jl	— 0,9 Ja	24,1	297	44 Ma	1 Au	Steppe (u. Kli. Insel: Salzwüste)
	Ankara	861	BSaskv	11,9	23,5 Au	— 0,1 Ja	23,6	304	27 Ma	9 Jl	
9	Urfa	540	BShsv	18,0	31,5 Jl	4,1 Ja	27,4	404	107 Fe	1 Jl	Quercus pubescens? und Steppengebiete

[1]) Klimadaten nach Christiansen-Weniger.

h = heiß, Jahrestemperatur über 18° C,
k = winterkalt, Jahrestemperatur unter 18° C, wärmster Monat über 18° C,
s = trockenste Zeit im Sommer,
w = Regenmaximum im Frühsommer, heiterer Spätsommer,
v = starke Veränderlichkeit eines Faktors.

Der Tabelle sind ferner auch die wichtigsten Holzarten, die in der betreffenden Zone vertreten sind, zu entnehmen. Die Karte 2 zeigt die Örtlichkeiten, in denen Massenvermehrungen von schädlichen Insekten festgestellt wurden. Die Lage der forstentomologischen Zonen selbst ist der Karte 1 zu entnehmen. Die einzelnen Zonen sind in der Karte entsprechend dem Text mit fortlaufenden Ziffern versehen und durch verschiedene Schraffierung kenntlich gemacht.

1. Die Zone der Hochlagen der ostanatolischen Innenlandschaft

Es sind dies die an Persien angrenzenden Vilayete, wie z. B. Kars, Van, Erzerum, Erzincan und die Gebiete südlich und südöstlich des Van-Sees.

Das Gebiet ist ausgesprochen kontinental. Charakteristisch ist ein langer kalter Winter mit andauernder Schneedecke. Das Frühjahr ist kurz und spät, der Sommer sehr warm. Die mittleren Jahresschwankungen sind außerordentlich groß. Sie betragen z. B. für Kars 31° C, für Ersincan 34,4° C. Die absolute Schwankung erreicht 67,5° C.

Diese Zone ist jedoch nicht einheitlich, sie enthält stark abweichende Klimainseln, die bei einer späteren, genaueren Untersuchung dieser Gebiete auszuscheiden sein werden. Die Wälder dieser Zone sind winterharte Trockenwälder. Kiefern- und Eichenwälder sind in nicht großer Ausdehnung vorhanden. Alpine Gebiete sind ebenso vertreten wie Steppengebiete.

Forstentomologisch ist das Gebiet überhaupt nicht durchgearbeitet; nur aus dem Gebiet von Erzincan ist Massenauftreten des Maikäfers bekannt. Ich selbst hatte leider keine Gelegenheit dieses Gebiet näher kennen zu lernen.

2. Übergangszone zwischen den Pontischen Randgebieten und der Innenlandschaft

Die Zone stellt das Gebiet eines Übergangsklimas dar. Sie liegt zwischen dem regenreichen Nordabfall der pontischen Bergketten und der kontinentalen anatolischen Innenlandschaft, bzw. der anatolischen Steppe. Der Südabfall der Randgebirge gehört schon zur Übergangszone. Die Niederschläge kommen über die Randgebirge nicht weit in das Innere. — Es ergeben sich viele lokale Unterschiede, je nach dem, ob das Gebiet noch etwas vom Meer beeinflußt ist oder nicht.

Das Klima dieser Zone ist nicht ganz einheitlich. Meist handelt es sich um ein Cxbkv-Klima; d. h., daß der kälteste Monat eine Temperatur zwischen 18 ° und — 3 ° C hat; das Regenmaximum tritt im Frühsommer ein. Die Temperatur des wärmsten Monats liegt zwischen 18 ° und 20 ° C. Der Winter ist sehr kalt.

Der Aufbau der Waldungen zeigt auch Verschiedenheiten. Im Osten finden sich in dieser Zone meist *Pinus silvestris, Populus* und *Quercus-Arten;* nur wo die regenbringenden Winde in dieses Gebiet Eingang finden, vereinzelt auch *Picea orientalis;* im westlichen Teile *Pinus silvestris, Pinus nigra* var. *Palassiana, Quercus, Populus* und im westlichen Teile auf höheren Erhebungen, die durch besondere Lage mehr Niederschläge erhalten, auch *Abies Bornmülleriana* und *Fagus orientalis* (z. B. am Ilgazdag). Rohböden z. B. an den Auflandungen der Flüsse sind von *Tamarix*-Arten und Sanddorn besiedelt.

Typischer Kiefernschädling in diesem Gebiet ist *Thaumetopoea pityocampa* Schiff., doch ist die wirtschaftliche Bedeutung dieses Schädlings hier nicht so groß wie in West- und Südanatolien. Von Borkenkäfern sind besonders häufig: *Myelophilus minor* var. *corsicus* Eggers, *Ips sexdentatus* Börn., *Ips acuminatus* Gyll., und im westlichen Teil dieser Zone *Ips erosus* Eichh. Diese Borkenkäferarten finden durch die Brandwirtschaft günstige Entwicklungsbedingungen. Weiters entwickeln sich in den auf den Brandflächen absterbenden Kiefern und Tannen auch *Harpium-* und *Rhagium-Arten,* wie auch *Acanthocinus aedilis* L.

3. Die pontische Randgebirgszone

Diese Zone muß in zwei Teile zerlegt werden. In eine Zone 3a, die von Ordu bis zur türkisch-russischen Grenze reicht und über diese sich zum Kleinen Kaukasus fortsetzt; sie umfaßt die ostpontischen Randgebirgszüge. Die zweite Unterzone, 3b, reicht etwa von Bolu im Westen bis gegen Ordu im Osten und schließt die westpontischen Randgebirge ein.

3a. Die ostpontische Randgebirgszone

Zahlenmäßige Angaben über die klimatischen Elemente dieser Gebiete fehlen. Das Klima ist vom Meer stark beeinflußt. Die Waldungen entsprechen dem „Wolkenwald-Typ".

In dieser Zone sind die zum Meer abfallenden Teile der Randgebirgszone zusammengefaßt. Die Kämme selbst bilden eine gewaltige Klimascheide. Der Nordabfall der Randgebirge hat ein vom Schwarzen Meer beeinflußtes Klima mit hohen Niederschlägen und großer Nebelbildung. Die Wolken übersteigen nicht die hohen Kämme der Randgebirgsketten, sondern sie bleiben an den meerseitigen Hängen. Dadurch ist der Nordabfall des ostpontischen Gebirges regenreich, während die dem Landinnern zugewendeten Hänge regenarm sind.

Dies prägt sich sowohl in der Pflanzenwelt wie in der Insektenwelt aus.

Die Hauptholzarten sind: *Abies nordmanniana* (im Osten), *Picea orientalis, Pinus silvestris, Fagus orientalis, Carpinus orientalis, Alnus, Juglans, Castanea vesca* (bis 1450 m Höhe), *Acer, Quercus iberica* und *Quercus longifolia.* Im Unterwuchs *Rhododendron ponticum* und *Azalea flava.*

Die Insektenfauna ist eurosibirisch, aber durch einen starken kaukasischen Einschlag besonders gekennzeichnet. So ist hier der mitteleuropäische *Nudobius lentus* Grav., durch den kaukasischen *Nudobius umbratus* Motsch., vertreten. Der bisher nur aus dem Kaukasus bekannte Coccinellide *Exochomus illaesicollis* Roubal ist im Merjemanawald sehr häufig.

Primärschädlinge sind wohl vorhanden, treten aber gegenüber den Sekundärschädlingen derzeit noch zurück.

In den Seitentälern tritt uns vielfach ein ungestörtes Waldbild entgegen. In den Haupttälern aber ist durch jahrtausendalte menschliche Zugriffe der Wald zurückgedrängt oder vernichtet.

Zugriffe des Menschen bedingen verheerende Massenvermehrungen von Sekundärschädlingen, so des *Ips sexdentatus.* Das eigenartige ist nun, daß *Ips sexdentatus* in diesem Gebiet ausgesprochener Fichtenschädling ist. Morphologische Unterschiede zwischen dem Kiefern-*sexdentatus* Mitteleuropas und Westanatoliens und dem Fichten-*sexdentatus* des Ostpontus bestehen nicht.

Das *Ips sexdentatus*-Auftreten an der orientalischen Fichte ist aber nicht nur auf die Fichtenwälder des Ostpontus beschränkt, sondern auch aus dem Gebiet des Klein-Kaukasus bekannt. Vinogradow-Nikitin berichtet über eine Massenvermehrung in den Borshomer Wäldern am Ende des vorigen Jahrhunderts.

Im ostpontischen Gebiet hatte ich die Bekämpfung einer Massenvermehrung des *Ips sexdentatus* in den Wäldern der orientalischen Fichte des Merjemanatales durchzuführen. Insgesamt fielen der Massenvermehrung dieses Schädlings im Gebiet von Santa, im Merjemanawald und im Derjemenderetal rund 1 Million Festmeter orientalischer Fichte zum Opfer. Die Ursachen der Massenvermehrung waren: unsaubere Wirtschaft, ungeregelte Holzentnahme und das Zurückbleiben der Stammteile über 20 cm Zopfstärke, die bei der Vergebung an Unternehmer von diesen nicht entrindet und auch nicht verwendet wurden.

Als Begleiter des *Ips sexdentatus* Börn. traten auf: *Hylurgops palliatus* Gyll., *Ips spinidens* Reitt., *Pityophthorus pityographus* Ratz., *Crypturgus Apfelbecki* Eggers, *Crypturgus cylindricollis* Eggers (die mitteleuropäischen *Crypturgus*-Arten fehlen hier!), ferner *Serropalpus barbatus* Schall., *Hylecoetus dermestoides* L., *Harpium inquisitor* L., *Monochamus galloprovincialis* Ol. var. *tauricola* Pic., *Sirex spectrum* L., und *Paururus juvencus* L. (Schimitschek 1939, 1940).

Von sonstigen Forstinsekten sind zu nennen: *Clerus formicarius* L., *Morimus verecundus* Fald., *Cerambyx Scopolii* Füssl., *Galerucella luteola* Müll.

Auffallend gering ist hier in der Heimat der *Picea orientalis* und *Abies Nordmanniana* das Auftreten der *Dreyfusia Nüsslini* C. B. Dieser Schädling, der in Mitteleuropa eine gewaltige Rolle spielt, ist hier ohne wirtschaftliche Bedeutung. Die Ursachen hierfür liegen zweifellos in den klimatischen Verhältnissen dieser Zone (regenreich) und insbesondere in dem Urwaldaufbau der Tannenwälder.

3b. Die Zone der Randgebirgszüge zwischen Ordu und Bolu

Auch diese Gebiete sind regenreich, jedoch nicht in dem Maße wie die ostpontischen.

Die Hauptholzarten dieser Gebiete sind *Pinus silvestris, Pinus nigra, Fagus orientalis, Quercus conferta* und im östlichen Teile auch *Abies Bornmülleriana.*

Soweit es sich um Tannen- oder um Tannenmischbestände mit Laubholz oder Kiefer handelt, gleichen auch diese Bestände dem deutschen Wald und gehören dem „Wolkenwald-Typ" an. Die Kiefernwälder der regenarmen Gebiete schließen sich an.

Ein Auftreten von Primärschädlingen in diesem Gebiet ist bisher nicht bekannt geworden. *Lymantria monacha* L. ist nach Angabe von Ing. Richard Cieslar wohl vorhanden, jedoch nur vereinzelt zu finden. *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. reicht an N-Hängen bis 400 m, an S-Hängen bis 600 m Höhe und hat hier zweifellos schon eine größere Bedeutung als wirtschaftlicher Schädling wie im ostpontischen Gebirge.

Von wirtschaftlicher Bedeutung sind in dieser Zone Sekundärschädlinge wie *Myelophilus minor* var. *corsicus* Eggers, *Myelophilus piniperda* L., *Ips sexdentatus* Börner, *Ips acuminatus* Gyll., *Ips curvidens* Germ., *Ips spinidens* Reitt., und *Ips erosus* Woll. Im Tannengebiete von Ayancik kam es zu einem Massenauftreten des *Ips curvidens* an *Abies Bornmülleriana. Ips erosus* Woll., ist mehr im westlichen Teil dieser Zone von wirtschaftlicher Bedeutung.

Von sonstigen Forstinsekten sind u. a. zu nennen: *Mastigus Schimitscheki* Machulka, *Buprestis haemorrhoidalis, Buprestis rustica* Lin., *Agrilus angustulus* Ill., *Agrilus cyaneus* var. *sulcicollis* Lac., *Clerus formicarius* L., *Pyrochroa pectinicornis* Lin., *Hylecoetus dermestoides* L., *Cerambyx Scopolii* Füssl., *Rosalia alpina* L., *Clytus rhamni* Germ., *Criocephalus rusticus* L., *Harpium-* und *Rhagium*-Arten, *Morimus asper* Sulz., *Melolontha Anita, Polyphylla Olivieri* Cast., *Pissodes piceae* H., *Pissodes notatus* Fabr., *Scolytus intricatus* Ratz., *Hylurgops palliatus* Gyll., *Hylastes aterrimus* Egg., *Taphrorychus Bulmerincqui* Woll., *Taphrorychus Schimitscheki* Eggers, *Taphrorychus bicolor* Hbst., *Cryphalus subdepressus* Eggers, *Xyloterus meridionale* Eggers, *Xyloterus lineatus* Oliv., *Xyloterus signatus* Fabr., *Xyleborus*

Saxeseni Ratz., *Ips Vorontzowi* Jakobs., *Ips Mannsfeldi* Wachtl, *Zeuzera pyrina* L.

Gemeinsam für beide Gebiete ist festzustellen:

Das Landschaftsbild ist vom Wald geprägt. Der Wald tritt uns in verschiedenen Formen entgegen: 1. als Primärurwald, 2. als Sekundärurwald, 3. als genutzter Wald, entweder durch Konzessionen oder durch ungeregelte Nutzung von seiten der Bevölkerung, 4. als vernichteter Wald; vernichtet durch Waldweide und besonders durch die rollende, wandernde Brandwirtschaft. Dies ist eine Nutzungsform, die vom Balkan bis Indien allgemein geübt wird (vgl. Schimitschek 1937).

Im Urwald finden wir das große Heer von Sekundärschädlingen Diese Schädlinge treten in großer Artenzahl, aber soweit es sich um ungestörten Urwald handelt, in geringen Individuenzahlen auf.

Umweltänderungen durch menschliche Eingriffe führen aber zu Massenvermehrungen bestimmter Sekundärschädlinge, wie des *Myelophilus piniperda* L., *Myelophilus minor* var. *corsicus* Egg., *Ips sexdentatus* Börn., *Ips acuminatus* Gyll., *Ips curvidens* Germ., *Ips spinidens* Reitt.

Es kann festgestellt werden, daß der Wald dieser Gebiete bei störenden menschlichen Zugriffen, also bei Umweltänderungen, die eine Störung der natürlichen Harmonie der Lebensgemeinschaft Wald bedingen, ebensosehr durch schädliche Insekten gefährdet ist wie der mitteleuropäische Wald.

Bei fortschreitender Intensivierung der menschlichen Wirtschaft werden die jetzt noch im Hintergrund stehenden Primärschädlinge sich bemerkbar machen. Dies wird insbesondere dann der Fall sein, wenn der reichlich vorhandene Mischwald eventuell durch Monokulturen vertreten würde.

Ob eine Steigerung der Insektenschäden in diesen Gebieten eintreten wird oder nicht, hängt einzig und allein davon ab, von welchen Gesichtspunkten man sich bei der Bewirtschaftung dieser Wälder leiten lassen wird. Werden diese Gesichtspunkte kapitalistische sein, dann werden die Wälder dieser Gebiete große Verheerungen durch Primär- und Sekundärschädlinge erfahren.

4. Die Zone des mediterranen Küstenstreifens am Schwarzen Meer

Längs der Küste Anatoliens am Schwarzen Meer hat ein sehr schmaler Streifen mittelmeerischen Charakter. Das Klima ist mild, die Temperaturen sind ausgeglichen.

Die Bestockung besteht aus Macchie, Haselkulturen, Kiefernwaldresten, Laubwaldresten, *Castanea vesca, Fagus orientalis, Quercus* und im Ostpontus auch aus Fichtenwaldresten *(Picea orientalis).*

Typischer Kiefernschädling in diesem Gebiet ist der Pinienprozessionsspinner. Diese Zone ist Massenwechselgebiet dieses Schäd-

lings. Das starke Auftreten von *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. reicht dort, wo Kiefer vorkommt, bis 15 km landeinwärts.

Als Pflanzgartenschädlinge sind besonders die Maulwurfsgrille und *Philaenus spumarius* Lin. zu nennen. Zum Auftreten der letzteren Art ist zu erwähnen, daß die Anfälligkeit der einzelnen Holzarten gegenüber diesem Schädling außerordentlich verschieden ist. Während z. B. *Pinus brutia* stark anfällig ist, waren *Pinus nigra* und *Tamarix* unanfällig. Die anderen Holzarten lagen dazwischen.

Von besonderer Bedeutung in diesem Gebiet sind die Schädlinge der Haselkulturen. Die Ernteerträge werden durch *Eriophyes avellanae* Nal., *Melolontha*-Engerling, *Balaninus*-Arten, *Anisandrus dispar* F. und *Lymantria dispar* L. gewaltig geschmälert. *Eriophyes* und *Anisandrus* können ganze Kulturen zum Absterben bringen. Die Schmälerung der Ernteerträge durch *Balaninus*-Befall beträgt durchschnittlich 8—10 %, kann aber auch 50 % erreichen (Schimitschek 1939).

Es handelt sich hauptsächlich um Haselmonokulturen, die natürlich die Insektenschäden wesentlich steigern. Durch die Anlage von Zwischenkulturen könnte diesen Schäden gesteuert werden.

Im Laubholzwald der Küstenzone, der aus Edelkastanien, *Fagus orientalis* und *Quercus*-Arten besteht, macht sich das Edelkastaniensterben bemerkbar, in dessen Folge *Dryocoetes minor* Eggers als Sekundärschädling auftritt.

Die Macchie dieses Gebietes ist nicht als Glied einer natürlichen Pflanzengesellschaftsfolge und noch weniger als derzeitiges Schlußglied einer solchen zu betrachten. Sie ist größtenteils an Stelle des ehemaligen Waldes entstanden. Der Nadelwald — im Osten die orientalische Fichte, im Westen die Kiefer — reichte in früheren Zeiten zweifellos bis an die Küste. Viele Waldreste, z. B. der *Picea orientalis* an der Küste des Schwarzen Meeres zwischen Sürmene und Rize, geben heute noch davon Zeugnis. Man darf nicht vergessen, daß es sich um uraltes Kulturland mit mehrtausendjährigem menschlichen Einfluß und damit mehrtausendjährigen menschlichen Zugriffen handelt.

Ich möchte daher diese Macchie als sekundäre Macchie bezeichnen. Es fehlt ihr als solcher der hohe natürliche Widerstand einer primären Lebensgemeinschaft. (Im Gegensatz dazu steht die primäre Macchie an der Süd- und Westküste Anatoliens.) Die sekundäre Macchie an der Küste des Schwarzen Meeres hat auch eine sekundäre Lebensgemeinschaft. Sie hat unter primären Schädlingen oft stark zu leiden. (Dies ist bei der primären Macchie nicht der Fall.) Es erfolgte z. B. Kahlfraß durch *Lymantria dispar* auf einer Fläche von 60 ha Macchie im Jahre 1938 bei Ayancik. Alle Glieder der Macchie wurden kahl gefressen, nur *Prunus laurus cerasus* wurde verschont.

Die sekundäre Macchie hat also Schädlinge des ursprünglichen Waldes übernommen und erheblich unter ihnen zu leiden.

Von sonstigen Schädlingen in dieser Zone sind zu nennen: *Hylotrupes bajulus* L., *Acherontia atropos* Lin. und *Saturnia pyri* Schiff., an *Robinia pseudoaccacia*, ferner *Diaspis pentagona* Newst., an *Morus alba* und *Doralis fabae* Scop. als landwirtschaftlicher Schädling.

5. Die Zone der Bosporuslandschaft

Das Gebiet der Bosporuslandschaft muß vom reinen Mittelmeergebiet getrennt werden. Waldaufbau, Klima und Tierwelt zeigen hier Unterschiede gegenüber den reinen Mittelmeergebieten.

Klimatisch ist das Gebiet der Bosporuslandschaft im Winter als südrussisch-kontinental, im Sommer als subtropisch zu bezeichnen. Eine Dürreperiode macht sich hier schon bemerkbar.

Greift man den Laubwald dieses Gebietes heraus (z. B. Belgrader Wald und das Alemdağ-Gebiet), so sehen wir, daß er abgesehen von der zahlreichen Eichen- und Buchengallen[1]), sowie abgesehen von *Agelastica*, *Galerucella luteola* Müll., *Coraebus bifasciatus* Oliv., *Cerambyx Scopolii* Füssl., wenig unter primären Schädlingen zu leiden hat.

Das Edelkastaniensterben ist auf Pilze, und zwar *Melanconis modonia*, zurückzuführen und wird durch Insekten wie *Coraebus bifasciatus*, *Dryocoetes minor* und *Taphrorychus*-Arten befördert. Die Platanen zeigen jährlich Massenbefall durch *Lithocolletis platani* Stgr. (vgl. Schimitschek 1938), die Ulmen von *Galerucella luteola* Müll., *Morus alba* hat auf einem Gebiete von 50 qkm (bei ile) sehr unter *Diaspis pentagona* Newst. zu leiden, so daß die Maulbeerkultur stellenweise gefährdet ist und damit auch die Seidenraupenzucht in Mitleidenschaft gezogen wird. Die Obstkulturen werden vielfach von den beiden *Capnodis*-Arten, *Capnodis tenebrionis* und *Capnodis carbonaria* Schiff., befallen. Von Primärschädlingen sind noch zu nennen: *Polyphylla fullo* L. (auf der europäischen Seite der Bosporuslandschaft) und *Polyphylla Olivieri* Cast. (auf der kleinasiatischen Seite); ferner *Melolontha vulgaris* L. Schließlich sind als Primärschädlinge zu nennen: *Saperda populnea* Lin., *Otiorrhynchus turca* Schönh., *Theresia ampelophaga* Bayle, *Evetria buoliana* var. *thurificana* Led., *Phalera bucephala* L., an Birke, *Gryllotalpa vulgaris* Latr. und *Lophyrus pini* L. Landwirtschaftliche Kulturen leiden sehr unter Massenbefall von *Pieris brassicae* L.

Viel größer als die Zahl der primär schädlichen Insekten ist im Laubwalde der Bosporuslandschaft das Heer der Sekundärschädlinge,

[1]) An *Quercus conferta: Andricus fecundator* Htg., *Andricus Panteli* Kieffer., *Biorrhiza aptera* F., *Cynips hungarica* Htg., *Cynips quercus tozae* Bosc., *Cynips mitrata* Mayr., *Cynips tomentosa* Trotter., *Cynips Stefanii* Kief., *Cynips coriaria* Htg., *Cynips Mayri* Kieff., *Cynips conglomerata* Gir., *Synorphus politus*, *Aphilotrix Seckendorffi* Wachtl, *Diplolepis quercus folii* L., *Diplolepis agama* Htg., *Neuroterus quercus baccarum* L. An *Quercus sessiliflora: Cynips lignicola* Htg. An *Fagus orientalis: Hartigiola annulipes* Htg., *Phegobia tornatella* Kief. An *Pistacia: Aploneura lentisci* Pass., *Forda semilunaria* Pass., *Forda derbesi* Licht., *Forda Riccobonii* Stef. (vgl. Schimitschek 1938).

besonders der technischen Schädlinge. Die Ursache dafür liegt darin, daß neben den großen Mengen des Lagerholzes viel absterbendes und kränkelndes Material im Walde vorhanden ist und verbleibt. Die technischen Schäden wirken sich wirtschaftlich merklich aus, z. B. bei der Schälfurnierware, die durch Befall der Bloche durch *Xyleborus Saxesini* Rtzb., stark entwertet wird. Weitere häufige Sekundärschädlinge an Laubhölzern sind: *Chrysobothris affinis* F., *Agrilus hastulifer* Ratz., *Agrilus olivicolor* Kiesew., *Xylonites retusus* Oliv., *Scobicia chevrieri* Villa, *Bostrychus capucinus* L., *Xylographus bostrychoides* Duf., *Cerambyx nodicornis* Küst., *Phymatodes pussillus ab. humeralis* Com., *Liopus nebulosus* L., *Exocentrus lusitanus* L., *Rhopalopus clavipes* F., *Clytus arcuatus* L., *Clytus varius* Müll., *Xylotrechus antilope* Schönh., *Morimus Ganglbaueri* Reitt., *Gasterocercus depressirostris* F., *Scolytus intricatus* Ratz., *Hylesinus fraxini* Panz., *Taphrorychus hirtellus* Eichhorn, *Xyleborus monographus* Ratz., *Platypus cylindriformis* Reitt.

Unter den schädlichen Insekten der Nadelwälder dieser Zone sind Balkanformen und mittelmeerische Arten vertreten.

Besonders gefährdet sind künstlich eingebrachte Holzarten, wie *Pinus halepensis*, die bald zu kränkeln beginnen und sodann von *Chrysobothris igniventris* Reitt., *Pogonochaerus Perroudi* Muls. und besonders *Ips erosus* Woll. befallen werden. Als Primärschädling tritt an allen Kiefernarten *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. auf. Das Gebiet ist ein Massenwechselgebiet dieses Schädlings.

Cupressus sempervirens wird von *Phloeosinus armatus* Reitt. und *Phloeosinus Aubei* befallen.

Beachtenswert sind jene Schädlinge, die bei der Neukultur von Ödland auftreten. Es sei hier z. B. auf die Neukulturen bei Florya hingewiesen, die aus *Fraxinus oxyphylla, Ulmus, Gleditschia, Robinia pseudoaccacia* und *Cupressus sempervirens* bestehen. *Doralis fabae* Scop., *Saturnia pyri* Schiff., *Acherontia atropos* Lin., *Deilephila lineata* F. var. *livornica* Exp. u. a. verursachen gleich im ersten Jahre nach der Kultur beträchtliche Schäden. Diese Schädlinge gehen von den vorhandenen Pflanzen auf die Kulturpflanzen über. Es war Kahlfraß durch den Totenkopf, *Acherontia atropos* und das große Wiener Nachtpfauenauge, *Saturnia pyri* an *Fraxinus oxyphilla* var. *parvifolia* festzustellen. Von Interesse ist, daß auch in anderen Gebieten diese beiden Schädlinge an Neukulturen in Massenvermehrung auftraten. Der Zusammenbruch der Massenvermehrung von *Acherontia atropos* erfolgte durch das epidemische Auftreten einer *Botrytis*-Art. Auch bei einer Neukultur von *Robinia pseudoaccacia* wurde das Übergehen von Schädlingen auf die Kulturpflanzen festgestellt. In diesem Fall handelt es sich um *Doralis fabae* [1]).

Bei weiterer Durchführung von Neukulturen wird man auch mit Beschädigungen durch *Polyphylla* und durch Residualschädlinge wie z. B. *Tenebrioniden* zu tun haben.

[1]) *Doralis fabae* lebt sonst an Bohne, Rübe, Mohn!

Von besonderer Bedeutung sind im Gebiete der menschlichen Siedlungen am Bosporus und wahrscheinlich auch an den Dardanellen die umfangreichen Beschädigungen des verbauten Holzes und der Telegraphenstangen durch *Hylotrupes bajulus* L. Die Ursachen für das Massenauftreten des Hausbockes in dieser Zone sind in zwei Umständen begründet. Erstens decken sich die Temperaturfeuchtigkeitskombinationen, die in dieser Zone herrschen (hohe relative Luftfeuchtigkeit und hohe Wärme), mit den optimalen Entwicklungsbedingungen für den Hausbock. Zweitens sind in den menschlichen Siedlungen große Mengen trockenen Nadelholzes verbaut und damit die besten Nahrungsbedingungen für den Hausbock gegeben. Die menschlichen Siedlungen dieser Zone stellen ein Dauerschadensgebiet des Hausbockes dar.

6. Die Zone des Mittelmeerklimas

Zu der Zone des reinen mittelmeerischen Klimagebietes sind die Westküste und die Südküste Anatoliens zu rechnen. Das rein mittelmeerische Klima ist nur auf die küstennahen Gebiete beschränkt und wirkt sich nur in den von der Küste landeinwärts verlaufenden Tälern tiefer in das Land hinein aus.

Das Gebiet der Westküste (Zone 6a) weist einen bis 300 km in das Land hineinreichenden Waldstreifen auf, der allerdings vielfach der Zerstörung anheimgefallen ist. Dieses Gebiet hat schon recht ausgeprägte Sommerdürre.

Die Südküste (Zone 6b) ist noch wärmer als die Westküste, die Winter sind milder, die Sommerdürre noch ausgeprägter. Der Wald reicht bis höchstens 100 km von der Küste ins Land hinein. Die Tierwelt dieser Gebiete ist mittelländisch.

Die Holzarten des Gebietes an der Westküste sind vorwiegend: *Pinus brutia, Quercus*-Arten, Ölbaum, *Pistacien,* Feige, Macchie und künstlich *Eucalyptus globulus.*

Die Südküstengebiete weisen natürlich vorkommend folgende Holzarten auf: *Pinus brutia, Pinus pinea, Quercus*-Arten; in der Macchie: Myrten, *Quercus coccifera, Cerathonia siliqua, Phillyrea, Styrax officinalis, Boterium spinosum.* Künstlich angebaut: *Citrus,* Banane, Palme, *Eucalyptus globulus, Punica granatum, Eriobotrya japonica,* echte Akazien, Agave, *Opuntia, Ficus indica,* Baumwolle, Zuckerrohr, Reis.

Die Macchie dieser Gebiete ist vielfach eine primäre Macchie mit ausgeglichener Lebensgemeinschaft und scheint von massenweisem Auftreten von Schadinsekten frei zu sein. Die Ursachen für das geringe Schädlingsauftreten in der Macchie dieser Gebiete sind folgende: 1. die geschlossene Lebensgemeinschaft der Macchie; 2. der Artenreichtum der Pflanzen der Macchie; 3. der große Anteil der zerstreutporigen Holzarten. Diese sind gegen Insektenangriffe viel widerstandsfähiger als die ringporigen Holzarten, und zwar deshalb, weil bei den

zerstreutporigen Holzarten (nach Huber) eine große Anzahl von Jahresringen bis in beträchtliche Stammestiefen an der Wasserleitung beteiligt sind (wintergrüne Eichen, Pirus); 4. in dem Gebiet der Zone 6 haben viele Insekten eine zweimalige Periode des Entwicklungsstillstandes, eine im Winter und eine zweite in der Zeit der Sommerdürre.

Der mittelländische Wald dieser Gebiete:

Von primär auftretenden Schädlingen an *Pinus brutia* und *Pinus nigra* wäre zunächst *Palaeococcus fuscipennis* Ckll., zu nennen. Schon auf den Prinzeninseln ist diese Coccide in ständiger Massenvermehrung vorhanden, sie findet also hier optimale Lebensbedingungen. Das gleiche ist auch bei Smyrna der Fall.

Die Laus ist eine der bedeutendsten Honigtaulieferanten. Der Honigtau fällt im Frühjahr bei Massenbesatz tropfenweise herab, gleich einem feinen Regen, so daß auch der Boden selbst mit Honigtautröpfchen bedeckt ist. Der Honigtau wird von den Bienen eingetragen und gibt einen flüssigen Honig von rosarotem Stich. Den Bauern mancher Gebiete ist die Bedeutung von *Palaeococcus fuscipennis* als Honigtaulieferant bekannt, sie übertragen daher die Laus zwecks Vermehrung auch auf andere, noch nicht befallene Kiefern.

Das Gesamtgebiet ist ein Dauerschadensgebiet des Pinienprozessionsspinners. *Thaumetopoea pityocampa* hat hier optimale Lebensbedingungen und müßte ständig bekämpft werden.

Als Folgeschädlinge nach dem Befall durch den Pinienprozessionsspinner treten auf: *Myelophilus corsicus* Eggers, *M. piniperda* L. und *Ips erosus* Woll. Auffallend ist, daß trotzdem eine jährliche Bekämpfung des Schädlings nicht erfolgt und obwohl jährlich umfangreiche Beschädigungen durch *Th. pityocampa* verursacht werden, doch kein Massenauftreten von Folgeschädlingen (Cerambyciden, Borkenkäfern) festzustellen ist. Die Folgeschädlinge sind überall vorhanden, aber ihre Bevölkerungsdichte ist nicht hoch. Die Ursachen hierfür sind:

1. Großklimatische Verhältnisse (große Sonnenscheindauer, hohe Strahlungsintensität). Die doppelte Vermehrungseinschränkung, einmal im Winter, ein zweites Mal bei der Sommerdürre.
2. Kleinklimatische Verhältnisse, die besonders durch die Weitständigkeit des mediterranen Waldes gegeben sind. Dies bedingt eine hohe Einstrahlung und hohe Mortalität der Jugendstadien der Folgeschädlinge. (Eindeutig konnte ich dies bei Antalya feststellen.) Die große Einstrahlung und die hohen Temperaturen bewirken bei vielen Ipiden (abgesehen von z. B. *Hypoborus ficus* Erichs.) eine große Sterblichkeit und damit geringe Individuenzahlen.
3. Der mediterrane Wald ist selten eine Monokultur.

Auch durch Kulturschädlinge hat der mediterrane Wald außerordentlich wenig zu leiden. *Melolontha*-Arten wie *M. albida* Friv., treten wohl vereinzelt auf, aber nie seuchenartig, wie dies in den mitteleuropäischen Maikäfer-Seuchengebieten der Fall ist. Nur in dem

kühleren Norden Anatoliens kommt es zu Massenvermehrungen von Maikäferarten. Die Ursache für das Fehlen des Maikäfer-Massenauftretens in Süd- und Westanatolien und in der Übergangszone zur Steppe liegt zweifellos in der lang andauernden sommerlichen Trockenzeit dieser Gebiete. Die Grenze für das massenweise Auftreten der Maikäferarten dürfte im allgemeinen zwischen dem 39. und 40. Grad nördlicher Breite liegen. Der Maikäfer hat nicht nur ein bestimmtes Wärmebedürfnis, sondern auch ein bestimmtes Kältebedürfnis. Zu dem normalen Entwicklungsgang des Maikäfers gehört eine normale Ruheperiode für die Engerlinge, bzw. für den Käfer im Winter. Im Süden Anatoliens findet er diese Ruheperiode nicht.

In den Gebieten der regenlosen Dürreperiode des Sommers muß diese zu einer großen Sterblichkeit des Maikäferengerlings führen. *Melolontha* gehört zu jener Gruppe von Insekten, deren Verdunstungsschutz nach Kühnelt nur unvollkommen ausgebildet ist. Diese Gruppe nimmt bei hohem Sättigungsdefizit der Luft große Nahrungsmengen auf, um ihnen Wasser zu entziehen. Während der sommerlichen Dürreperiode in den Trockengebieten muß auch die Bodenluft, zumindest tagsüber, ein Sättigungsdefizit aufweisen. Die sommerliche Dürreperiode muß daher bei *Melolontha* eine große Larvensterblichkeit bedingen. Das Verschwinden des massenweisen Auftretens des Maikäfers in den südlichen Ländern hängt daher, wie schon Zweigelt richtig vermutet, mit der sommerlichen Trockenzeit ursächlich zusammen.

Es ergibt sich also, daß der mittelmeerische Wald dieser Zone eine geringe Käfergefahr hat. Sie ist viel geringer als z. B. in den Gebieten der nördlichen Randgebirge Anatoliens und auch viel geringer als im mitteleuropäischen Walde. Fühlbare Schäden durch Schmetterlingsraupen scheinen wenigstens derzeit auf *Thaumetopoea pityocampa* beschränkt zu bleiben. Die hohe Widerstandskraft des mediterranen Waldes bewirkt, daß die Insekten in der Regel nicht imstande sind, ein nennenswertes Absterben zu verursachen.

An der Südküste sind noch die Pinienwälder zu erwähnen. Auch diese sind wie der gesamte mitteleuropäische Wald außerordentlich licht gestellt.

Primärschädlinge konnten nicht beobachtet werden.

An Sekundärschädlingen der *Pinus pinea* sind zu erwähnen: *Anthaxia corinthia ssp. astarte* Obenb., *Pogonochaerus anatolicus* Dan., *Myelophilus piniperda* L., *Ips erosus* Woll., und als Raumbenützer *Crypturgus numidicus* var. *abbreviatus* Egg. *Pinus brutia* zeigt die gleichen Schäden wie an der Westküste. *Cupressus sempervirens* hat im gesamten Gebiet unter den beiden *Phloesinus*-Arten: *Phl. armatus* Reitt. und *Ph. Aubei* Perris zu leiden.

Von beachtenswerten Schädlingen sind noch zu erwähnen: *Capnodis tenebrionis* Lin., *C. cariosa* Pallas, *Bostrychus capucinus* Lin.,

Melolontha albidae Friv. (bei Izmir), *Scolytus rugulosus* Ratzb., *Hypoborus ficus* Erichs.

An Gallen treten die bei der Zone 5 genannten Arten an Eichen und Pistacien auf. An Eichen außerdem noch *Cynips insana* und *Cynips tinctoria*, die Levantegalle.

7. Die Zone der Übergangsgebiete zwischen den mittelmeerischen Gebieten und der inneranatolischen Steppe

Diese Zone ist nicht einheitlich und wird bei genauerer Durcharbeitung in Zukunft zweifellos eine Unterteilung in mehrere forstentomologische Gebiete erfahren müssen.

Diese Gebiete stehen, je nachdem ob sie den Seewinden mehr zugänglich oder mehr abgewendet sind, mehr oder weniger unter dem Einfluß des Mittelmeerklimas. Insbesondere sind z. B. die von West nach Ost verlaufenden Einbruchsgräben, wie das Mäandertal, tief ins Landesinnere hinein vom Mittelmeerklima beeinflußt (vgl. auch Christiansen-Weniger). Im allgemeinen aber reicht das Gebiet des Übergangsklimas weit gegen die Küste.

Je größer die Erhebungen der Gebirge in diesen Gebieten sind, desto mehr nimmt die Winterkälte zu und desto länger dauert sie an. In diesen Hochlagen hält die winterliche Schneedecke lange an. Zum Beispiel verlief bei Aulan (unweit Elmali) am 8. Mai die Grenze des Winterschnees bei 1750—1800 m. Der Winterschnee war zwischen 1500 und 1700 m eben erst abgegangen und die Ova's waren mit Schmelzwasser hoch überschwemmt.

Die standörtlichen und besonders die standortklimatischen Verschiedenheiten sind in den Übergangsklimagebieten weitaus größer, mannigfacher und vielgestaltiger als in der mediterranen Küstenlandschaft.

So werden die Gebiete der Zedernwälder, die Gebiete des Taurus mit *Abies cephalonica*, die einzelnen Kieferngebiete, die entweder mit *Pinus brutia* oder auch *Pinus silvestris* bestockt sind und schließlich Eichenbuschwaldzonen als eigene Zonen ausgeschieden werden müssen.

Landwirtschaftliche Kulturen haben im Einflußgebiet der mediterranen Seewinde, so im Mäandertal, außerordentlich stark unter *Heterodera radicicola* Greeff zu leiden. Die Kiefernwaldgebiete sind Massenwechselgebiet des Pinienprozessionsspinners, z. B. die Waldgebiete von Alaçam, Dursunbey, Burdur, Buçak usw.

Als Folgeschädlinge nach dem Pinienprozessionsspinner treten wieder die schon genannten *Myelophilus*-Arten und *Ips erosus* auf. Diese Borkenkäfer erlangen aber in manchen Teilen der Übergangszone schon eine größere wirtschaftliche Bedeutung als in den rein mittelmeerischen Gebieten. Es kommt zu Massenvermehrungen der Folgeschädlinge, ähnlich wie nach Raupenfraß in Mitteleuropa.

Die Zedernbestände der Hochlagen zeigten selten ein beachtenswertes Insektenauftreten. Massenvermehrungen von schädlichen In-

sekten in den Zedernwäldern kommen aber vor. Fallweise haben die Zedern unter starkem Befall durch *Thaumetopoea pityocampa* zu leiden. So trat Kahlfraß im Gebiete von Isparta auf 40 ha Zedernwald auf. Als Folgeschädlinge nach *Th. pityocampa*-Befall wurden *Ips erosus* und eine *Carphoborus*-Art festgestellt. Der Zedernwald ist also nicht vor Insektenangriffen gefeit.

Die Eichenbuschwälder von Pinarbaşi in der Antitaurus-Kette wurden 1938/39 von *Euproctis chrysorrhoea* auf einer Fläche von über 5000 ha befallen. Insgesamt wurden die Eichen auf einer Fläche von 3000 ha kahl gefressen.

Von sonstigen Schädlingen sind in dieser Zone u. a. zu nennen: *Cerambyx carinatus* Küst., *Stromatium unicolor* Ol.

Die Waldungen der Übergangsklimagebiete haben nicht mehr jene hohe natürliche Widerstandskraft gegen die Übervermehrung von schädlichen Insekten, wie sie der rein mittelländische Wald im allgemeinen in hohem Maße besitzt.

8. Die Zone des Inneranatolischen Steppen- und Salzwüstengebietes

Alle Klimaelemente unterliegen hier großen Schwankungen. Das Gebiet ist von Natur aus waldlos und war auch in allen Zeiten, in denen Menschen hier siedelten, waldlos.

Die Fauna ist hauptsächlich eine reine irano-turanische Steppenfauna.

Außer der Zusammensetzung der Fauna beweisen auch die archäologischen Ausgrabungen, daß dieses Gebiet in den Urzeiten menschlicher Besiedlung, also schon vor 5000 Jahren, waldlos war. Der Direktor des deutschen archäologischen Institutes in Istanbul, Prof. Dr. Bittel, hat nachgewiesen, daß die Verwendung des Holzes im Hausbau von der Westküste bis zu einer durch Uşak gedachten N-S-Linie reicht. Von hier nach Osten findet sich seit jeher nur der Lehmhausbau.

9. Die Zone an der syrischen Grenze

Im südlichen Teil hat diese Zone heißes Steppenklima. Nach Zistler ist dieses Gebiet eines der heißesten der Erde. Im nördlichen Teil und im Nordosten treten jedoch schon ausgesprochene Winter auf; hier sollen auch Waldgebiete bestehend aus Eichenbuschwald vorhanden sein. In der Waldkarte der Türkei von Ibrahim Kudusi (= Stöger) findet sich die Angabe „Eiche und Sträucher".

Forstentomologisch ist diese Zone noch gänzlich unbearbeitet.

Schrifttum

Bodenheimer, Die Schädlingsfauna Palästinas. Berlin, Paul Paray, 1935.
— — Animal life in Palestine. Jerusalem 1935.
Christiansen-Weniger, Die Grundlagen des türkischen Ackerbaues. Leipzig 1934.
Huber, In Berichte der Deutsch. Bot. Ges. Berlin-Dahlem. 1935. S. 711 ff.

Kühnelt, Beiträge zur Kenntnis des Wasserhaushaltes der Insekten. VII. Internat. Kongreß für Entomologie Berlin. S. 797—807.
Neuhäuser, G., Die Muriden von Kleinasien. Ztschr. f. Säugetierkunde Bd. XI, S. 161—236.
Schimitschek, Forstentomologische und forstschutzliche Beobachtungen in der Türkei Nr. 1. Arbeiten a. d. Yüksek Ziraat Enstitüsü Heft 74. Ankara 1937.
— — Cecidologische Beobachtungen in der Türkei. Anz. f. Schädlingskunde 1938, Heft 7, S. 77—81.
— — Beiträge zur Forstentomologie der Türkei I. Ztschr. f. angew. Entomologie 1938, Bd. XXV, S. 291—310.
— — Die Lebensweise des *Dryocoetes minor*. Forstarchiv 1939, Heft 13/14, S. 271—274.
— — Über Forstschädlingsauftreten in der Türkei. Verhandlungen des VII. Internat. Kongresses für Entomologie Berlin 1938. Druck Uschmann, Weimar. Herausgegeb. August 1939, S. 2105—2131.
— — Beiträge zur Forstentomologie der Türkei II. Über einige Schädlinge der Haselkulturen. Ztschr. f. angew. Entomologie 1939, Bd. XXVI, Heft 3, S. 459—461.
— — Beiträge zur Forstentomologie der Türkei III. Die Massenvermehrung des *Ips sexdentatus* Börner im Gebiete der orientalischen Fichte. I. Teil. Ztschr. f. angew. Entomologie 1939, Bd. XXVI, Heft 4, S. 545—588. II. Teil. Ztschr. f. angew. Entomologie 1940, Bd. XXVII, Heft 1, S. 84—113.
— — Fragen des Forstschutzes im Südostraum und im nahen Osten. Der Biologe Bd. 10, 1941, S. 186—196.
Winogradow-Nikitin, In Radde: Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Kaukasusländern. Die Vegetation der Erde III. Leipzig 1899, S. 231 ff.
Zweigelt, Der Maikäfer. Berlin, Paul Parey, 1928.

(Aus dem Institut für angewandte Zoologie der Forstl. Forschungsanstalt München)

Beiträge zur Bionomie des veilgrauen Kiefernspanners Semiothisa liturata Cl.

Von

Christoph Hofmann

(Mit 8 Abbildungen)

Einleitung

Unter dem alljährlich dem Institut für angewandte Zoologie zur Untersuchung eingesandten Puppenmaterial aus den verschiedenen bayerischen Forstämtern findet sich regelmäßig ein mehr oder weniger hoher Prozentsatz von Puppen des zu den Boarmiinen gehörenden veilgrauen Kiefernspanners *Semiothisa liturata* Cl. Neben dem Kiefernspanner, *Bupalus piniarius* L., ist diese Art gelegentlich in erheblichem Grade an den Massenvermehrungen von *piniarius* beteiligt. So konnte bereits Ratzeburg bei einem ziemlich bedeutenden Spannerfraße in den Jahren 1837 und 1838 feststellen, daß fast die Hälfte oder doch wenigstens ein Drittel aus den rotköpfigen Raupen von *liturata* bestand[1]). Diese Angaben werden von Altum bestätigt, der in Kiefernstangenorten ein außerordentlich zahlreiches Auftreten feststellen konnte. Und auch heute noch ergibt die jährliche Untersuchung des Kiefernspannerpuppenmaterials, daß dieser Art eine wesentlich größere Bedeutung zukommt als einer Reihe weiterer Spannerarten der Lebensgemeinschaft des Kiefernwaldes, die teils forstlich indifferent, teils von untergeordneter Bedeutung sind. Gleichwohl sind wir bis jetzt über die Bionomie von *Semiothisa liturata* noch recht mangelhaft unterrichtet und die Angaben der einzelnen Autoren über die Lebensweise sind keineswegs übereinstimmend. So sind beispielsweise in der Literatur die Ansichten, ob bei *liturata* eine oder zwei Generationen vorkommen, einander widersprechend. Da ferner bis jetzt auch keinerlei Angaben über die Art der Eiablage, über die Art des Raupenfraßes, über Entwicklungsdauer der einzelnen Raupenstadien usw. vorliegen, sollen im folgenden die Ergebnisse diesbezüglicher bionomischer Beobachtungen, die ich in den ver-

[1]) Nach den Angaben von Ermolajew und Wassiljev neigt auch eine andere Art dieser Gattung, nämlich *Semiothisa signaria* Hb., zur Massenvermehrung. Nach ihren im Jahre 1933 durchgeführten Untersuchungen trat *signaria* in Sibirien als Schädling der sibirischen Tanne auf, wobei 195 ha infolge Spannerfraßes abgestorbener Tannenbestände aufgefunden wurden. Weiterhin konnte eine stärkere Vermehrung des Schädlings auf insgesamt 200 000 ha festgestellt werden.

gangenen Jahren auf Anregung von Herrn Prof. Dr. W. Zwölfer durchführte, kurz dargelegt werden. Sie erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern sollen vielmehr nur einen Beitrag zur Klärung einiger wichtiger Verhältnisse der Bionomie dieses Schädlings liefern. Als Ausgangspunkt für meine Untersuchungen dienten die von verschiedenen bayerischen Forstämtern eingesandten *liturata*-Puppen.

Bionomische Beobachtungen bei den einzelnen Stadien von *Semiothisa liturata* Cl.

I. Falterstadium

Das Schlüpfen der Falter: Das Schlüpfen der Falter, die an ihrer veilgrauen Färbung leicht zu erkennen sind, setzte bei dem mir zur Verfügung stehenden Material jeweils im Laufe des Mai ein. In der Literatur wird Mai bis Juli angegeben. Da *liturata* eine außerordentlich große Verbreitung besitzt, dürften sich je nach den klimatischen Verhältnissen gewisse Unterschiede im Erscheinen des Falters ergeben. Durchschnittlich dürfte jedoch im Laufe des Mai mit dem Beginn der Flugzeit des Falters zu rechnen sein.

Verhalten, Begattung, Eiablage, Eizahl: Im Ruhezustand sitzen die Falter mit flach ausgebreiteten Flügeln, die Vorderflügel nur wenig zurückgenommen, auf der Unterlage (Abb. 1). Bei der Begattung, die ich mehrmals beobachten konnte, und die meist in den Abendstunden stattfand, sitzen Männchen und Weibchen mit voneinander abgewandten Köpfen auf Zweigen oder sonstigem Untergrund. Die Flügel werden dabei wie in der Ruhestellung getragen.

Abb. 1. Falter von *Semiothisa liturata* Cl. in Ruhestellung. Vergrößert

Genaue Beobachtungen über die Eiablage von *liturata* wurden bis jetzt überhaupt noch nicht gemacht. Die Angabe Ratzeburgs, daß *liturata* mit *piniarius* in der Lebensweise übereinstimme, wurde von einer Reihe von Autoren dahin gedeutet, daß auch die Eiablage in entsprechender Weise an den Nadeln erfolgen soll. Bei

Abb. 2. Eiablage an Fichte. Vergrößert

meinen Versuchen konnte ich jedoch in keinem Falle eine Eiablage an Nadeln feststellen. Die Eier wurden vielmehr in sämtlichen Fällen — abgesehen davon, daß in Gefangenschaft einzelne Weibchen auch Eier gelegentlich an die Drahtgaze der Zuchtkäfige anheften — an die Rinde der zur Verfügung stehenden Kiefern- bzw. Fichtenzweige abgelegt. Und zwar erfolgte die Ablage stets einzeln oder es wurden höchstens zwei Eier nebeneinandergelegt (Abb. 2). Ganz typisch ist die Ablage an Kiefer, wo in der Regel ein Ei an der Basis der Nadelscheide angeheftet wurde (Abb. 3). Diese Form der Eiablage ist so charakteristisch, daß wohl kein Zweifel darüber bestehen dürfte, daß sie auch im Freiland in der gleichen Weise vor sich geht und also von der typischen Form der Eiablage des gewöhnlichen Kiefernspanners ganz verschieden ist.

Was die Eizahl, die von einem Weibchen produziert werden kann, anbelangt, so lassen sich hierüber noch keine sicheren Angaben machen. In der Literatur ist diese Frage überhaupt noch nicht erörtert worden. Meine diesbezüglichen Beobachtungen geben vielleicht gewisse Anhaltspunkte, lassen aber keineswegs definitive Schlüsse auf die „absolute Eizahl“ zu. Die von mir untersuchten frischgeschlüpften

Abb. 3. Eiablage an Kiefer. Etwa 9fache Vergrößerung

Weibchen wiesen in den Eiröhren keinerlei legereifen Eier auf, sondern nur Eianlagen. *Semiothisa liturata* gehört also nach der Einteilung, die Eidmann für den Entwicklungszustand der Ovarien frischgeschlüpfter Lepidopteren gegeben hat, zu jener Gruppe von Schmetterlingen, die noch eine weitgehende postmetabole Entwicklung der Eianlagen zu legereifen Eiern durchzumachen hat. Daß für den Entwicklungszustand der Ovarien Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse eine wichtige Rolle spielen, hat Zwölfer nachgewiesen. So konnte er bei *Panolis flammea* zeigen, daß die Eulenweibchen legereife Eier aufweisen, wenn sie normal geschlüpft sind, daß sie dagegen nur Eianlagen haben, wenn die Puppen beispielsweise zu lange auf Eis gelegen haben und ihre Entwicklung künstlich hinausgeschoben wurde. Da bei dem von mir untersuchten Material die Puppen unter normalen Verhältnissen sich befunden hatten, ist der oben geschilderte Zustand der Ovarien wohl ebenfalls als normal zu betrachten. Immerhin ist es nicht ausgeschlossen, daß ebenso wie bei *piniarius* noch Weibchen auftreten können, die in frischgeschlüpftem Zustand neben den Eianlagen auch noch vereinzelte legereife Eier in den Ovarien aufweisen. Im wesentlichen würde sich jedoch dadurch das Bild nicht ändern. Die lange Lebensdauer der Falter — in Gefangenschaft mehrere Wochen — weist ebenfalls darauf hin, daß zur Ausbildung der legereifen Eier eine gewisse Zeit benötigt wird. Ergänzend sei noch bemerkt, daß die Eianlagen von grüner, der Fettkörper dagegen von gelber Farbe waren.

Um nun gewisse Anhaltspunkte über die Eizahl, die ein *liturata*-Weibchen zu produzieren in der Lage ist, zu bekommen, wurden bei einer Anzahl unbegatteter Weibchen, nachdem sie verendet waren, die noch im Abdomen befindlichen legereifen Eier ausgezählt. Bekanntlich bringen ja unbegattete Schmetterlingsweibchen genau so viele Eier zur Entwicklung wie begattete, legen jedoch, wie Eidmann nachweisen konnte, in der Regel nur etwa ein Drittel ihres gesamten Eivorrates ab, behalten also im Gegensatz zu begatteten Weibchen noch zwei Drittel ihres Eivorrates im Geschlechtsapparat zurück. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse würde sich vorläufig in groben Umrissen die Eizahl von *liturata* mit etwa 90 bis 100 angeben lassen, die auf einer Untersuchung von fünf unbegatteten Weibchen fußt, die nach ihrem Tode noch 78, 44, 61, 58 und 69 Eier im Abdomen hatten. Die Eiproduktion reicht also ungefähr an die des gewöhnlichen Kiefernspanners heran. Bemerkt sei noch, daß die Tiere, solange sie lebten, täglich mit Zuckerwasser gefüttert worden waren.

Die obigen Angaben über die Eizahl von *liturata* müssen durch zukünftige Untersuchungen nachgeprüft und ergänzt werden. Vor allem wäre noch die genauere Methode, nämlich zu der Zahl der abgelegten Eier noch die der legereifen, die sich nach dem natürlichen Tod in den Ovarien vorfinden, hinzuzuzählen, bei einem größeren Faltermaterial anzuwenden.

II. Eistadium

Aussehen, Entwicklung: Das Ei von *liturata* ist bis jetzt noch nirgends beschrieben worden. In frisch abgelegtem Zustand ist es graugrün, von ovaler Form, an dem einen Ende etwas abgeplattet. Seine Oberfläche ist nicht glatt, sondern von einer erhabenen, wabenähnlichen Struktur überzogen (Abb. 4). Kurze Zeit vor dem Schlüpfen der Eiraupe ändert es seine Farbe und wird bräunlich.

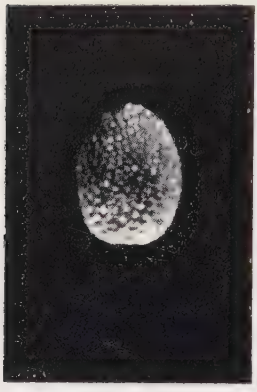


Abb. 4. Ei von *liturata*. Etwa 32fache Vergrößerung

Um festzustellen, wie lange die Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien von *liturata* im Vergleich zu jenen von *piniarius* währt, war es wichtig, vom Ei ab die beiden Spannerarten unter gleichen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen nebeneinander zu züchten. Zu diesem Zweck wurden je fünf Zuchten mit durchschnittlich 20 Eiern sowohl von *liturata* als auch von *piniarius* angelegt. Die mittlere Temperatur betrug in sämtlichen Fällen 22° C, die relative Luftfeuchtigkeit teils 75% und teils 92%. Die letztere Luftfeuchtigkeitsstufe wurde noch gewählt, da das Ei und das 1. Stadium von *liturata* eine geringere Luftfeuchtigkeit weniger gut zu vertragen schienen.

Was nun die Dauer des Eistadiums anbelangt, so ergab sich, daß sie unter den oben angegebenen Bedingungen bei *liturata* durchschnittlich 8 Tage, bei *piniarius* 13—14 Tage betrug.

III. Raupenstadium

Von den einzelnen Raupenstadien — es wurden insgesamt fünf beobachtet — liegt bis jetzt lediglich eine Beschreibung des 5. Stadiums vor. Daher möge, bevor auf die speziellen bionomischen Verhältnisse eingegangen wird, noch eine kurze Charakteristik der einzelnen Stadien vorausgehen. Als besonders auffallender Unterschied zwischen den Raupen von *liturata* und *piniarius* ist die Färbung des Kopfes zu erwähnen. Durch ihren rotbraunen Kopf läßt sich die *liturata*-Raupe ohne weiteres von der des gewöhnlichen Kiefernspanners unterscheiden.

Stadium I (Eiraupe): Das frisch ausgeschlüpfte Eiräupchen ist im Mittelteil grüngrau, während Vorder- und Hinterende gelblich braun schimmern. Die einzelnen Segmente sind ebenso wie Kopf, sowie Thorakal- und Bauchfüße mit schwarzen Haaren besetzt. Durch diese Behaarung wirkt es anfangs dunkler, um mit fortschreitender Entwicklung ein helleres, mehr gelblich grünes Aussehen anzunehmen. Kopf gelblich. Länge durchschnittlich 1,5 mm.

Stadium II (Einhäuter): Beim Einhäuter beginnt sich der Färbungs- und Zeichnungscharakter, wie er mit zunehmendem Alter immer ausgeprägter in Erscheinung tritt, bereits anzudeuten. Der Körper wird in seiner Längsrichtung von sich abwechselnden helleren und dunkleren grünen Linien sowie vier weißlich bis gelblich grünen Streifen

durchzogen. Dieses System von Linien und Streifen gibt der ganzen Raupenzeichnung das charakteristische Gepräge. Zwischen den vier weißlichen Längsbinden jeweils eine hellere, schwächere, grüne Linie, die von zwei dunklen, grünen Linien eingefaßt wird. Behaarung ähnlich der der Eiraupe. Auf jedem Segment zwei parallele Querreihen schwarzer Haarborsten.

Stadium III (Zweihäuter): Im Prinzip derselbe Zeichnungscharakter wie beim zweiten Stadium. Gesamteindruck der Färbung wie bei der Eiraupe graugrün.

Stadium IV (Dreihäuter): Beim Dreihäuter prägen sich von den vier weißlichen Längsstreifen die beiden seitlichen durch die Stigmen gehenden stärker aus als die beiden anderen über den Rücken verlaufenden.

Stadium V (Vierhäuter): Grundfarbe der erwachsenen Raupe grün. Dunkelgrüne, schmale Rückenbinde, die von zwei heller grünen Streifen eingefaßt wird. Jederseits zwei weißliche Längsbinden, einer oberen und einer durch die Luftlöcher gehenden. Zwischen den beiden weißen Längsbinden jederseits zwei dunklere, grüne Linien. In der Mitte der Bauchseite ein grünlich weißes bis grünlich gelbes Band. Zwischen diesem und den weißen Seitenstreifen drei dunklere, grüne Linien. Diese Ausbildung und Färbung der einzelnen Längsstreifen kann noch mehr oder weniger variieren.

Da das Erkennen der einzelnen Stadien nach der Körperlänge manchmal nicht einfach ist, wurden auch noch Messungen der Kopfkapselbreite vorgenommen. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Maße der Kopfkapsel bei den einzelnen Stadien.

Tabelle 1

Kopfkapselbreite der Raupen von *S. liturata*

Stadium	Zahl der Messungen	Minimum mm	Mittel mm	Maximum mm
L I	20	0,21	0,23	0,26
L II	21	0,42	0,45	0,48
L III	39	0,71	0,81	0,92
L IV	24	1,48	1,60	1,77
L V	28	2,17	2,23	2,51

Fraßpflanzen. Als Hauptfraßpflanze dürfte in erster Linie die gewöhnliche Kiefer in Frage kommen. Daneben wird in der Literatur auch noch das Vorkommen auf anderen Nadelhölzern, besonders auf Fichte und dann noch auf Wacholder angegeben. Finke fand *liturata*-Raupen in Südhannover überall in den geringsten Fichtenstangenorten. Blaschke erwähnt auch noch die Weißtanne als Fraßpflanze.

Fraßart. Das Eiräupchen von *liturata* bevorzugt im Gegensatz zu dem von *piniarius* die Nadeln der Maitriebe, nimmt jedoch auch Altnadeln an. Es greift dabei die Nadel nicht vom Rande, sondern von der Fläche her plätzend an, wobei es zunächst kleine Löcher und schließlich unregelmäßige Längsstreifen oder Rinnen in die Nadel frißt (Abb. 5). Auch das zweite Stadium bevorzugt noch diese Art des Fraßes, während das 3. Stadium die Nadeln auch vom Rande her angreift. Schartenfraß, wie er für *piniarius* so charakteristisch ist, kommt zwar bei *liturata* auch

vor, doch fressen die älteren Raupen die Nadeln von der Spitze her meist bis zur Hälfte oder ganz bis zur Nadelscheide (Abb. 6). Die erwachsenen Raupen ziehen die Altnadeln den jungen Nadeln vor. Abb. 7 zeigt diese charakteristische Form des Fraßes. Die einzelnen Nadelreste bleiben oft an den von den Raupen erzeugten Spinnfäden an den Zweigen hängen.

Der Kot von *liturata*-Raupen ist sehr unregelmäßig. Die einzelnen Nadelbissen lassen sich unschwer voneinander trennen. Vergleichsweise sei hier noch die Kotmenge, die das 5. Stadium von *liturata* zu produzieren vermag, angegeben. Sie betrug durchschnittlich 0,191 g. Bei *piniarius* betrug sie unter den gleichen Bedingungen 0,306 g. Die Zahlen sind das Durchschnittsgewicht aus der Kotproduktion von je 40 Raupen.

Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien

An Hand der beim Eistadium geschilderten Versuchsbedingungen wurden die einzelnen Stadien von *liturata* und *piniarius* nebeneinander aufgezogen, um die Gesamtentwicklungsdauer vom Ei bis zur Puppe bei den beiden Arten miteinander vergleichen zu können. Die nachstehende Tabelle vermittelt einen Überblick über die Ergebnisse der beiden Untersuchungsreihen.

Aus Tabelle 2 geht hervor, daß die Gesamtentwicklungsdauer von

a b

Abb. 5. a Fraß der Eiraupen an Fichtennadeln. b Fraß an Kiefernnadeln. Etwa 6fache Vergrößerung

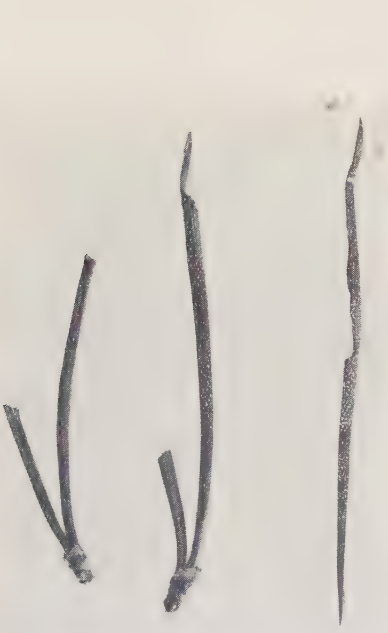


Abb. 6. Fraß alter Raupen an Kiefernadeln

Abb. 7. Fraß erwachsener Raupen an Kiefernzweig

Tabelle 2

Durchschnittliche Entwicklungsdauer von Ei- und Raupenstadien bei *S. liturata* und *B. piniarius*

Temperatur 22° C, rel. Luftfeuchtigkeit 75—92%

Zeit in Tagen

Stadium	*liturata*	*piniarius*
Ei	8	13—14
L I	4	10
L II	4	10
L III	5	11
L IV	5	14
L V	7	19
Gesamtentwicklungsdauer in Tagen	33	77—78

liturata unter den angegebenen Bedingungen durchschnittlich 33 Tage beträgt, während im Vergleich dazu bei *piniarius* die Gesamtentwicklung durchschnittlich 77—78 Tage in Anspruch nimmt. Damit ist erwiesen, daß der veilgraue Kiefernspanner also eine wesentlich kürzere Entwicklungsdauer als der gewöhnliche Kiefernspanner besitzt. Die Entwicklung des Ei- und Raupenstadiums fällt bei *liturata* hauptsächlich in den Juni.

IV. Puppenstadium

Die verpuppungsreife Raupe wird unruhig, nimmt einen violetten Farbton an und begibt sich in den Boden, um sich an der Grenze zwischen Streu und Mineralboden in eine braune Puppe zu verwandeln. Die Puppenlänge beträgt durchschnittlich 11 mm.

Eine Beschreibung und Abbildung des Cremasters der *liturata*-Puppe hat Zwölfer gegeben. Die Ausbildung des Cremasters liefert gleichzeitig ein zuverlässiges Mittel zur Unterscheidung der *liturata*- und *piniarius*-Puppen.

Zahl der Generationen

Die Frage, ob bei *liturata* eine oder zwei Generationen vorkommen, ist, wenn man die Angaben der verschiedenen Autoren miteinander vergleicht, noch umstritten. Während beispielsweise Ratzeburg behauptet, daß der veilgraue Kiefernspanner mit dem gewöhnlichen Kiefernspanner in der Lebensweise völlig übereinstimme, also nur eine Generation habe, sind Autoren wie Eckstein, Wolff und Krause u. a. der Ansicht, daß zwei Generationen die Regel seien, wobei die Flugzeit der zweiten Generation in die Monate Juli, August fallen würde. Seitz spricht von einer partiellen zweiten Generation. Eine Klärung dieser Frage konnte nur erzielt werden, wenn man den Lebensablauf dieser Art von Anfang bis zu Ende genau verfolgte, wie es durch Zuchten im Laboratorium möglich war.

Abb. 8. Kot der Raupen von *liturata*. Etwa 10fach vergrößert

Wie bereits früher ausgeführt, beträgt die Gesamtentwicklungsdauer des Ei- und Raupenstadiums bei einer Durchschnittstemperatur von 22° C 33 Tage, während für den gewöhnlichen Kiefernspanner in diesem Falle eine Zeit von 77—78 Tagen anzusetzen ist. Auf Grund dieser Tatsachen konnte daher von vorherein mit dem Auftreten einer zweiten Generation von *liturata* gerechnet werden. Es zeigte sich jedoch, daß aus dem Puppenmaterial der Frühjahrszucht im Sommer bzw. Spätsommer immer jeweils nur vereinzelte Falter ausschlüpfen, während die Hauptmasse der Puppen überwinterte und erst wieder im nächsten Frühjahr den Falter lieferte. Die aus diesen Frühjahrszuchten stammenden Puppen waren an ihrem natürlichen Verpuppungsplatz belassen worden und waren während der folgenden Zeit den natürlichen Temperaturen im Freien ausgesetzt gewesen, wobei lediglich darauf geachtet wurde, daß die sie bedeckende Moosschicht immer eine gewisse Feuchtigkeit aufwies, um ein Vertrocknen zu verhindern. Auf Grund dieser Beobachtungen über das Schlüpfen

der Falter — die Untersuchungen wurden in verschiedenen Jahren in München und Freiburg (Br.), durchgeführt — dürfte wohl der Schluß berechtigt sein, daß bei *liturata* normalerweise jährlich nur eine Generation die Regel ist, daß dagegen das Auftreten einer zweiten partiellen Generation durchaus als möglich angesehen werden muß. Es scheint also keine so ausgesprochen starke erbliche Fixierung der Generationenzahl vorzuliegen, wie wir sie bei anderen Schädlingen, die ebenfalls nur über eine verhältnismäßig kurze Dauer der Frühjahrsentwicklung verfügen, öfters antreffen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß in Gebieten mit verschiedenen klimatischen Bedingungen der Prozentsatz der im Sommer ausschlüpfenden Falter, die die Ausgangspopulation für die zweite Generation bilden, je nach den örtlichen Verhältnissen mehr oder weniger groß sein kann. Ebenso dürfte die Stärke der partiellen zweiten Generation in ein und demselben Gebiet je nach den Witterungsverhältnissen in den einzelnen Jahren größeren oder kleineren Schwankungen unterworfen sein.

Parasiten

Ratzeburg zog aus den Puppen von *liturata* sehr häufig *Ichneumon nigritarius* Grav. und *annulator* F. Wolff und Krause zählen folgende Feinde auf:

Meteorus deceptor (S. E.) (Brac.),
Anomalon capillosum Htg. (Ichn.) (?),
Hemiteles diminuens Htg. (Ichn.),
Ichneumon albicinctus Grav. (Ichn.),
Ichneumon annulator F. (Ichn.),
Cratichneumon incubitor L. et var. *punctus* Barth. (Ichn.),
Barichneumon nigritarius Grav. (Ichn.),
Ichneumon ratzeburgii Htg. (Ichn.),
Ichneumon wienkeri Rtzbg. (Ichn.),
Phygadeuon liturariae Rtzb. (Ichn.),
Amblyteles crispatorius L. et var. *Lichtensteini* Tschb., *rufatorius* Grav. (= *Ichneumon rufatorius*), *xanthius* Wsm. (Ichn.),
Platylabus rufiventris Wsm. (Ichn.).

Ich selbst konnte aus meinem aus dem Freiland stammenden Puppenmaterial zwei Schlupfwespenarten, nämlich *Ichneumon nigritarius* Grav. und *Anomalon biguttatum* Grav. und zwei Tachinenarten, nämlich *Lydella nigripes* Fall. und *Zenillia libatrix* Pz. züchten.

Daß *liturata*-Puppen von *nigritarius* parasitiert werden, konnte auch Thalenhorst durch Versuche nachweisen. Da *nigritarius* beim gewöhnlichen Kiefernspanner mit einer der wichtigsten Parasiten ist, dürfte *liturata* als Zwischenwirt für *nigritarius* von Wert sein. Inwieweit jedoch der veilgraue Kiefernspanner in dieser Hinsicht größere ökologische Bedeutung erlangen kann, muß durch diesbezügliche Untersuchungen noch geklärt werden.

Zusammenfassung

Zusammen mit dem Kiefernspanner *Bupalus piniarius* L. tritt gleichzeitig auch der veilgraue Kiefernspanner, *Semiothisa liturata* Cl. jeweils in mehr oder weniger hohem Grade auf. Die vorliegende Arbeit bringt Beiträge zu seiner Bionomie, über die bisher noch nichts Näheres bekannt war. Es werden Angaben gemacht über das Schlüpfen, über die Begattung und Eizahl des Falters, über die Art der Eiablage, über die Fraßart der Raupen und über die Parasiten von *liturata*. Das Ei und die einzelnen Raupenstadien werden kurz beschrieben. Es wird nachgewiesen, daß die Larvenentwicklung von *liturata* wesentlich kürzer ist als die von *piniarius*. Die Frage nach der Zahl der Generationen wird geklärt. Es stellte sich heraus, daß bei *liturata* normalerweise jährlich nur eine Generation die Regel ist, daß daneben aber noch das Auftreten einer zweiten partiellen Generation als gegeben betrachtet werden muß.

Literatur

Altum, B., Forstzoologie. III. Insekten. Berlin 1875.
Barbey, A., Traité d'Entomologie forestière. Paris 1925.
Blaschke, P., Die Raupen Europas mit ihren Futterpflanzen. Annaberg (Sachsen) 1914.
Eckstein, K., Die Schmetterlinge. Wiesbaden 1922.
Eidmann, H., Der Kiefernspanner in Bayern im Jahre 1925, mit besonderer Berücksichtigung des Parasitenproblems. Zeitschr. f. angew. Ent. **12**, S. 51—90, 1927.
— — Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Genitalapparat der Lepidopteren. I. Morphol. Teil, Z. f. angew. Ent. **15**, S. 1—66, 1929. II. Physiologischer Teil, Z. f. ang. Ent. **18**, S. 57—112, 1931.
Ermolajew, W., und Wassiljev, W., Zur Kenntnis schädlicher Lepidopteren sibirischer Nadelhölzer. Zeitschr. f. ang. Ent. **21**, S. 560—565, 1935.
Escherich, K., Die Forstinsekten Mittel-Europas. III. Bd. Berlin 1931.
Finke, K., Die Großschmetterlinge Südhannovers. Göttingen 1938.
Heinemann, H. v., Die Schmetterlinge Deutschlands und der Schweiz. 1. Abteilg. Großschmetterlinge. Braunschweig 1859.
Hering, M., Die Schmetterlinge. Ergänzungsband 1 zu Brohmer, P., Ehrmann, P., Ulmer: Die Tierwelt Mitteleuropas. Leipzig 1932.
Hofmann, E., Die Raupen der Großschmetterlinge Europas. Stuttgart 1893.
Lampert, K., Die Großschmetterlinge und Raupen Mitteleuropas. Eßlingen und München 1907.
Ratzeburg, J. Th. Chr., Die Forstinsekten. 2. Theil: Die Falter. Berlin 1840.
Schwerdtfeger, F., Der Kiefernspanner 1937. Hannover 1939.
Seitz, A., Die Großschmetterlinge des paläarktischen Faunengebietes. 4. Bd. Die spannerartigen Nachtfalter. Stuttgart 1915.
Spuler, A., Die Schmetterlinge Europas. 2. Bd. Stuttgart 1910.
Thalenhorst, W., Zur Biologie des Kiefernspannerparasiten *Ichneumon nigritarius* Grav. Z. f. ang. Ent. **26**, S. 185—208, 1939.
Wilde, O., Die Pflanzen und Raupen Deutschlands. Berlin 1861.
Wolff, M., und Krausse, A., Die forstlichen Lepidopteren. Jena 1922.
Zwölfer, W., Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. 1. Die Kieferneule, *Panolis flammea* Schiff. Zeitschr. f. ang. Ent. **17**, S. 475—562, 1931.
— — Zur Unterscheidung von Spannerpuppen aus der Kiefernwaldbiocönose, nebst Bemerkungen über eine Massenvermehrung des Beerkrautspinners, *Boarmia crepuscularia* Schiff. Forstw. Centralbl. 54. Jahrg., S. 537—547, 1932.
— — Die Unterscheidung von Spannerpuppen aus der Lebensgemeinschaft des Kiefernwaldes. Zeitschr. für angew. Entomologie **19**, S. 614—617, 1932.

Zur Kenntnis der Parasiten der Nonne (Lymantria monacha L.)

Von

Dr. Josef Fahringer, Wien

In den Jahren 1901—1914 haben ich und mein verstorbener Freund weiland Prof. Dr. Franz Tölg in verschiedenen Gegenden Böhmens (Saaz, Brüx, Braunau usw.), Mährens (hauptsächlich die Gegenden von Adamstal und Rossitz), Niederdonau (Krems, Böheimkirchen, Baden, Semmering) Studien über die Parasiten, verbunden mit Aufzuchten aller Art gemacht, von denen nur ein Teil [1]) veröffentlicht werden konnte. Nunmehr benütze ich die Gelegenheit, das unveröffentlichte Material zu verwerten und dadurch einen wertvollen Beitrag zur Lebensgeschichte dieses Schädlings und seiner Bekämpfung zu geben. Die mir näher bekannten Parasiten, behandelte ich in Tabellenform, damit sich jeder Fachkollege selbst leicht über sein Material Klarheit schaffen kann. Herrn Prof. Schimitschek bin ich für die Überlassung von Material und Bekanntgabe von Zuchtergebnissen sehr zu Danke verpflichtet.

I. Die Eiparasiten

Die hier behandelten Parasiten sind mir entweder aus eigenen Aufzuchten oder aus zuverlässigen Angaben verschiedener Institute bekannt geworden, können daher als unbedingt zuverlässig gelten. Die Eiparasiten gehören den Familien der Chalcididen und Proctotrupiden an. Da diese beiden Familien nicht leicht zu unterscheiden sind, gebe ich eine gemeinsame Übersicht sämtlicher mir bekannter forstlichen Arten:

1. Beide Flügelpaare verkümmert, nur in Form von eirundlichen kleinen Läppchen entwickelt, die Hinterflügelstummel nur mit einer Borste. Fühler 6gliedrig, die Endkeule eingliedrig. Kopf breiter als der Thorax. Tarsen 3gliedrig. Gelblichbraun mehr oder weniger stark bräunlich verdunkelt, mitunter größtenteils gelb. Beine etwas lichter gefärbt. Augen rot. Länge 0,42 bis 0,75 mm. Europa. Polyphag, ist aus den Eiern verschiedener Schmetterlinge, darunter z. B. dem *Dendrolimus pini* L., *Bupalus*

[1]) Tölg, Fr. Dr., Zentralblatt für Bakterien- und Parasitenkunde 1913, Bd. VII, S. 392ff. (behandelt nur die Dipteren als Parasiten).

piniarius L., *Panolis flammea* Schiff. und der Nonne gezogen worden.

Trichogramma evanescens Walk. ♂ *(Pentarthron carpocapsae* Schreiner).

— Beide Flügelpaare wohl ausgebildet 2

2. Vorderflügel außen abgerundet, der Rand immer mit längeren oder kürzeren dichten Wimperreihen geziert. Tarsen 3gliedrig. Vorderschienen mit einem sehr dünnen geraden Sporn. Subcosta + Radius eine Art Bogen bildend 3

— Vorderflügel nicht abgerundet oder nicht mit Wimperreihen bedeckt oder Tarsen nicht 3gliedrig oder Subcosta vom Radius mehr oder minder weit getrennt, gerade oder winkelig gebrochen, seltener gebogen 4

3. Der Radius bildet mit der Subcosta keinen regelmäßigen Bogen, sondern ist etwa Sförmig gekrümmt. Vorderflügel mit langen Borstenreihen. Fühler 5—7gliedrig. Keule 3gliedrig. Gelb; Augen rot. Flügel glashell. Länge 0,3 mm. Nordamerika. In Europa eingeschleppt. Ist aus verschiedenen Schmetterlingen, darunter dem Admiral (*Pyrameis atalanta* L. in Europa), aber auch aus der Nonne bzw. deren Eiern gezogen worden.

Chaetostricha pretiosa Ril.

— Der Radius bildet mit der Subcosta einen regelmäßigen Bogen. Vorderflügel mit kurzen Wimperreihen, diese sehr dicht. Fühler 6gliedrig, die Keule nur 1gliedrig. Braungelb, mehr oder weniger ausgedehnt bräunlich verdunkelt, auch oft ganz gelb. Augen rot. Länge 0,3—0,9 mm. Geflügelte ♀ und ♂. Europa.

Trichogramma evanescens Walk.

4. Vorderschienen am Ende mit einem großen gekrümmten Sporn. Hinterleib lang gestielt. Zweites und drittes Segment sehr groß. Mediansegment dicht punktiert mit einem Mittelkiel. Fühler mit Ringgliedern. Bei den ♂ der Vorderrand des Pronotum mit 5 Zähnchen. Metallisch grün oder blaugrün. Fühler graubraun. Schaft an der Basis gelb. Mundgegend, Schienen und Tarsen, Trochanteren und Spitzen der Schenkel bräunlichgelb. Länge 1 mm. Europa. Aus den Eiern von *Dendrolimus pini* L. und der Nonne gezogen worden.

Sphegigaster solitarius Ratz. *(Chrysolampus solitarius* Ratz.).

— Vorderschienen mit kleinem geraden Sporn oder Hinterleib fast sitzend. Fühler ohne Ringglied. Körperfarbe vorwiegend schwarz (Proctotrupiden) 5

5. Fühler der ♀ 10gliedrig. Postmarginalnerv sehr kurz. Mediansegment lederartig. Schwarz; Fühlerschaft bei den ♂ lehmgelb. Fühler sonst braun. Beine lehmgelb, Hüften und ein Schenkelstrich schwarz. Länge 0,9—1 mm. Europa. Ist aus *Orgyia antiqua* L. und der Nonne (Eier) gezogen worden.

Aholcus dalmani Ratz. *(Telenomus dalmani* Ratz.).

— Fühler der ♀ 11gliedrig. Postmarginalnerv lang 6

6. Hinterleibstergit 2 sehr lang, an der Basis bis zur Mitte sehr fein gestreift. Endtergite glatt. Schildchen glatt. Bohrer von $^1/_6$ Hinterleibslänge. Schwarz; Flügel glashell. Beine, Vorderschienen und Proximalende der Tarsen rötlichgelb oder rot. Länge 1—1,1 mm. Europa. Diese Art ist außer aus den Eiern der Nonne auch aus den Eiern von *Dendrolimus pini* L. und *Acronycta psi* L. gezogen worden. Europa. Nach K i e f f e r entwickeln sich oft 10—12 Stück aus einem Ei.

Telenomus laeviusculus Ratz. *(Teleas laeviusculus* Ratz.).

— Hinterleibstergit 2 mäßig lang, an der Basis sehr kurz gestreift, die Streifen nicht bis zur Mitte reichend. Schildchen an der Basis zerstreut punktiert. Mesonotum lederartig punktiert. Schwarz. Flügel fast glashell. Beine lehmgelb, die Hüften braun, die hintersten bräunlich, Gelenke und Tarsen lehmgelb. Länge 0,8 bis 0,9 mm. Europa. Diese Art ist der vorigen sehr ähnlich, schwer zu unterscheiden. Sie ist außer der Nonne auch aus verschiedenen Spinnern und Eulen, darunter *Dendrolimus pini* L. und *Panolis flammea* Schiff. gezogen worden. Sie ist neben *Trichogramma evanescens* Walk. der häufigste Eierparasit.

Telenomus phalaenarum Nees.

Anm.:

Ansonsten käme als Eiparasit noch *Telenomus terebrans* Ratz. (*ovulorum* Bouché) in Betracht, der im weiblichen Geschlecht durch den langen Bohrer von etwa $^1/_4$ Hinterleibslänge und die durchweg kräftigere Punktierung von *T. laeviusculus* Ratz. zu unterscheiden ist. Diese ist, soweit ich orientiert bin, bisher nicht aus den Nonneneiern gezogen worden. *T. terebrans* Ratz. ist Eiparasit von *Malacosoma neustria* L.

Sicher ist die Zahl der Eiparasiten noch bedeutend größer. Bakterien und Protozoen werden da sicher eine Rolle spielen. Schließlich werden die Eier wohl vielen Räubern zum Opfer fallen. W o l f f - K r a u s e erwähnen da Spinnen als Räuber, die jedoch nur bewegte Beute annehmen. Offenbar handelt es sich hier nur um Milben. Am meisten sind jedoch die Eier durch Ameisen gefährdet, unter diesen besonders außer *Formica rufa* L. und *fusca* Latr., *Lasius niger* L. Der Nutzen ist aber ein geteilter, da sie ja der Parasitenbrut ebenso nachstellen, wie sie sich durch Begünstigung der Blattläuse unliebsam bemerkbar machen.

II. Raupen- und Puppenparasiten

Groß ist die Zahl der Raupenparasiten und die der Feinde der Nonnenraupe. Ich muß mich da nur auf das wichtigste darüber, hauptsächlich eigene Untersuchungen und auch auf die sicheren Zuchtergebnisse beschränken, soweit sie einwandfrei sind oder als einwandfrei angesehen werden können.

A. Pflanzliche Parasiten

Da die Parasiten pflanzlicher Natur ohnehin meist gut bekannt und nicht spezifische Nonnenparasiten sind, vielfach nur tote Raupen befallen, so kann ich mich hier mit kurzen Hinweisen begnügen:

1. Bakteriosen: Bakterien sind Ursachen verschiedener Erkrankungen der Raupen, z. B. der Flacherie oder Schlaffsucht der Raupe, die rasch getötet wird und von einem Zweig oder Blatt schlaff herabhängt, wobei eine übelriechende Flüssigkeit austritt.
2. Pilzkrankheiten: A. Schimmelpilze (Zygomycetes), unter denen besonders *Entomophthora aulicae* Reich und *sphaerosperma* Fres. zu erwähnen sind. Diese befallen die lebende Raupe, welche durch das im Körper sich entwickelnde Mycelium getötet wird. Die aus dem Körper hervorbrechenden Konidien schnüren große Mengen weiße Sporen ab, die die tote Raupe und Umgebung wie mit Mehl bedecken. B. Schlauchpilze (Ascomycetes), unter diesen *Botrytis bassiana* Bal., welche ebenfalls die lebende Raupe befällt, die durch das wuchernde Mycel in eine wachsartige Masse verwandelt wird, deren Konidien dann Sporen abschnüren, die die Raupe ebenfalls wie mit Mehl bedecken (Muscardine der Raupe), in dieser Form von *Entomophthora* schwer zu unterscheiden, jedoch hat *Botrytis* viel kleinere Konidien. Schließlich sei noch auf die Kernpilze hingewiesen, unter denen *Cordyceps militaris* L. auf Raupen und Puppen angetroffen wird. Auch hier befindet sich das Mycel im Körper der Raupe, ein Dauergewebe *(Sclerotium)* bildend, aus welchem dann die Fruchtkörper an kurzen Stielen hervorbrechen, die die Schläuche mit den Sporen enthalten und gewöhnlich rot gefärbt sind. Auch *Isaria*-Arten kämen in Betracht.

Die Verbreitung der Sporen aller dieser Pilze kann nicht nur durch die herumkriechenden Raupen selbst, sondern auch durch verschiedene Insekten, besonders Ameisen, aber auch durch pilzfressende andere Insekten (Dipteren und Coleopteren) erfolgen.

B. Tierische Parasiten

Hier nehmen unbedingt die Schlupfwespen den bedeutendsten Anteil an der Vernichtung der Nonnenraupen, ferner fast noch mehr die Dipteren. Aus Raummangel kann ich nur kurze Hinweise bringen, doch will ich bezüglich der wichtigsten Parasitengruppen der Hymenopteren kurze Tabellen bringen, die dem Züchter die Möglichkeit bieten, diese wertvollen Kräfte im Kampfe gegen die Schädlinge leicht zu erkennen:

1. Protozoa. Unter diesen sind als Erreger verschiedener tödlicher Erkrankungen bekannt geworden: *Nosema bombycis* Näg. Erreger der Darmruhr oder Pebrine. *Microsporidium polyedricum* Boll. Erreger der Gasserie oder Fettsucht, wobei die Raupen stark anschwellen, sich verfärben und nach dem Tode zusammenschrumpfen. Schließlich sei noch *Chlamydozoon Prowazeki* Wolff. erwähnt, der Erreger der Wipfelkrankheit der Raupen, so ge-

nannt, weil die Raupen an die Wipfel hinaufsteigen, sich dort zu Klumpen zusammenballen und schließlich unter ähnlichen Erscheinungen absterben wie bei der Schlaffsucht.

2. Nematoden (Rundwürmer). Unter diesen sei besonders auf die Gruppe der Mermitiden hingewiesen, die hauptsächlich in Insekten schmarotzen. Als Nonnenparasit kommt *Mermis albicans* Sieb. in Betracht. Diese kleinen kaum mehr als zwirnsfadendünnen Rundwürmer wandern als Lärvchen in die Raupen ein. Nicht immer geht die Raupe zugrunde. Bisweilen erholt sie sich wieder, wenn das Würmchen abgeht, das immerhin einige Zentimeter lang wird (♀). Möglicherweise kommen auch Anguilluliden, z. B. *Atractonema-* oder *Sphaerularia*-Arten, in Nonnenraupen vor, doch ist mir darüber nichts Sicheres bekannt geworden.
3. Insekten. Ungemein groß ist die Zahl der Insektenparasiten, die als Schmarotzer der Nonnenraupe gezogen worden sind. Ich muß mich darauf beschränken, nur die wichtigsten Vertreter dieser Tiergruppe näher zu behandeln. Die Dipteren kann ich hier nur kurz anführen, da ein großer Teil der gerade als Nonnenparasiten bekannt gewordenen Arten bisher noch nicht kritisch bearbeitet worden ist.

Diptera (Fliegen)

Groß ist die Zahl der Fliegen, welche als Parasiten oder Überparasiten der Nonnenraupe bzw. Puppe bezeichnet werden. Da die Gruppen der Musciden, s. l., auf die es hauptsächlich ankommt, kritisch noch nicht gesichtet sind, muß ich es unterlassen, näher auf diese Gruppen der Dipteren einzugehen. Dies wird einmal später geschehen können. Mir sind folgend angeführte Feinde und Parasiten der Nonnenraupen bzw. Überparasiten bekannt geworden. Ein großer Teil konnte überdies gezüchtet werden:

Bombylidae:

Hemipenthes morio L. Überparasit aus *Parasetigena segregata* Rdi.

Phoridae:

Megaselia rufipes Meig. Überparasit, gezogen aus verschiedenen Dipteren und Ichneumonidentönnchen bzw. Cocons.

Odinidae:

Odinia maculata Meig. Aus toten Nonnenraupen gezogen.

Muscidae, s. lat.:

Muscina stabulans Fall., *M. pascuorum* Meig. Wohl nur aus kranken und toten Raupen erhältlich.

Phaonia errans Meig., *Ph. lugubris* Meig., *Ph. serva* Meig. Auch nur aus toten Raupen usw. gezogen.

Mydaea lucorum Fall. Aufzucht aus Tönnchen in toten Raupen.

Degeeria amica Meig. und andere nicht näher bestimmte Arten und nahestehende Gattungen (Schimitschek).
Echinomyia fera L. Parasit aus Nonnenraupen.
Tachina larvicola Htg., *T. moreti* Rd. Wie vorige.
Eutachina larvarum L. Wie vorige.
Argyrophylax binoculata Htg. Wie vorige.
Carcelia excisa Fall. und *lucorum* Br. & Berg. Wie vorige.
Pales pavida Meig. und *pumicata* Meig. Wie vorige.
Parasetigena segregata Rdi. Hauptparasit der Nonnenraupe, an vielen Örtlichkeiten mit Nonnenfraß der vorherrschende Vertilger der Nonnenraupen.
Ceromasia ferruginea Fall. Parasit der Raupen.
Compsilura concinnata Meig. ziemlich häufiger Nonnenparasit.
Phorocera processionae Ratz. Polyphag bei Spinnerraupen, auch aus Nonnenraupen gezogen.
Zygobothria bimaculata Htg. Nicht sehr häufiger Nonnenparasit.
Sisyropa lucorum Schin. Seltener Parasit der Nonnenraupen.
Microtachina nympharum Rdi. In Böhmen einige Male als Nonnenparasit gezogen.
Prosopaea fugax Rdi. Wie vorige.

Die hier anschließend erwähnten Sarcophaginen sind wohl meist nur aus toten oder kranken Raupen gezogen worden. Diese Arten hat alle weiland Prof. Dr. Tölg in Nordwestböhmen (Nonnenfraßgebiet bei Luwenz) gezogen:

Sarcophaginae:
Sarcophaga pseudoscoparia Kram.
„ *aratrix* Pand.
„ *albiceps* Meig.
„ *falculata* Rdi., eine häufig gezogene Art.
„ *carnaria* L. Aus Raupenleichen.
„ *Schützei* Kram.
„ *tuberosa* Pand.
„ *uliginosa* Kram.
„ *privigna* Rdi.
„ *atropos* Meig.
Agria affinis Fall., eine der häufigsten Arten.

Wolff-Krause geben noch andere Dipteren als Parasiten der Nonnenraupen usw. an, z. B. *Thelymorpha vertiginosa* Fall.; *Maheira serriventris* Rdi.; *Redtenbacheria insignis* Egg. Diese Arten konnten nie gezogen werden (Nomenclatur?).

Ichneumoniden

Die Ichneumoniden sind fast durchweg Raupenparasiten und spielen in der Schädlingsbekämpfung durch Schmarotzer sicherlich die bedeutsamste Rolle, schon wegen der Häufigkeit ihres Auftretens. Dies

gilt insbesondere von der Gattung *Pimpla* F., zu welcher Gattung die Hauptparasiten der Nonnenraupe gehören. Nur Arten der Gattungen *Phygadeuon, Hemiteles* und *Mesochorus* sind Überparasiten.

Bestimmungstabelle der gezogenen Arten

1. Hinterleib deutlich gestielt, der Stiel gegen das Ende zu gekrümmt oder gebogen, an der Basis gestielt, gegen das Ende zu erweitert. Areola der Vorderflügel 5seitig. Große Arten mit deprimiertem Hinterleib 2
— Hinterleib sitzend, wenn gestielt, dann dieser nicht in dieser Weise gekrümmt oder gebogen oder Areola nicht 5seitig, meist 4seitig oder fehlend oder der Hinterleib meist nicht deprimiert, sondern oft komprimiert 9
2. Luftlöcher des 1. Hinterleibstergites weiter voneinander entfernt als vom Hinterrande. Hinterleibsstiel am Ende stark verbreitert und hier nadelrissig oder kräftig punktiert. 2. Bauchsegment mit Gastrocoelen. Bohrer kurz, nur wenig hervorragend. Areola der Vorderflügel geschlossen. Mesosternen von den Mesopleuren nicht durch vertiefte Linien oder Furchen getrennt 3
— Luftlöcher des 1. Hinterleibstergites einander nähergerückt als dem Hinterrande. Hinterleibsstiel am Ende weniger stark verbreitert, oft schmal, mehr oder weniger glatt. 2. Bauchsegment ohne Gastrocoelen. Bohrer lang, weit vorragend. Mesosternen von den Mesopleuren durch eine vertiefte Linie oder Furche getrennt 8
3. Hinterleib des ♀ am Ende stumpf, indem das letzte Bauchsegment fast das Hinterleibsende erreicht und die Basis der Bohrerklappen verdeckt. Genitalklappen der ♂ vorstehend. Mediansegment meist mit Seitenzähnchen 4
— Hinterleib des ♀ spitz, indem das letzte Bauchsegment vom Hinterleibsende absteht, daher der Bohrer nicht bedeckt wird. Mediansegment ohne Seitenzähne. 4. Tergit immer mit Gastrocoelen . 5
4. Schildchen stark buckelig erhaben, an den Seiten bis zur Spitze gerandet. Schwarz; Hinterleib blauschwarz. Schildchen Endflecke am 1. und 7. Hinterleibstergit weiß. ♀ Fühler mit weißem Ring. ♂ Gesicht weiß gefleckt. Länge 16—18 mm. Europa. Aus *Dasychira pudipunda* L., *Thyatira batis* L., *Euproctis chrysorrhoea* L. und der Nonne gezogen . . . . *Automalus alboguttatus* Grav.
— Schildchen nicht stark buckelig erhaben, mehr oder weniger flach, nicht ganz gerandet. Schwarz; Stirnränder rötlich bis weiß. Hinterleib schwarz, Hinterleibstergite 2 und 3 und Basis vom 4. Tergit bisweilen auch, der Endrand des 1. Tergites braunrot. 6. und 7. Tergit weiß gefleckt. Fühler von ♀♂ ohne weißen Ring. Schenkel, Schienen und Tarsen rot, erstere bisweilen geschwärzt, bei den ♂ die inneren Augenränder, Clipeuswinkel und Mandibeln gelb. Thorax schwarz, das Pronotum, Schulterbeulen und Schildchen, mit Ausnahme der äußersten Basis gelb. Hinterleib schwarz,

Tergite 2—4 und 5 an den Seiten der Basis rot. 6. Tergit mit kleiner weißer Makel, das 7. ganz weiß. Länge 8—9 mm Nonnenparasit.
Amblyteles Fabricii Schrank. (*Ichneumon melanocerus* Wesm.).

5. Thorax nicht von schwarzer Grundfarbe, rostrot, mit dunkleren Flecken. Fühler rostrot mit gelbem Ring. Halsrand und Schildchen gelb. Beine rostgelb. ♂ Fühler braunschwarz, Schaft unten gelb. Hinterleib rotgelb, meist 1. Tergit und die Tergite 5—7 dunkler. Länge 15—20 mm. Parasit von *Stilpnotia salicis* L., *Lymantria dispar* L., *Dilina tiliae* L. und der Nonne gezogen.
Ichneumon disparis Poda.

— Thorax von schwarzer Grundfarbe, höchstens Schildchen und einige Fleckchen oder Linien gelb oder weiß. Hinterleib schwarz mit gelbrot, roter und weißer Zeichnung 6

6. Hinterleib nur 2färbig, schwarz mit blauem Schimmer, die Hinterleibstergite 1—4 (♀) oder 1—3—4—5 an den Hinterecken mit weißen Flecken. Fühler der ♀, bisweilen auch der ♂ mit weißem Ring. Beine schwarz, die Vorderschienen vorne gelblich. Bei den ♂ Makel des Clipeus, innere Augenränder, Scheitelpunkte, mitunter auch Wangenfleck weiß, der Hinterleib sehr schmal, linear. Länge 12—16 mm. Europa. Ausschließlich Nonnenparasit.
Ichneumon sugillatorius L.

— Hinterleib 3färbig ohne blauen Schimmer, gewöhnlich die mittleren Hinterleibstergite rot oder rotgelb, die Endtergite schwarz mit weißen Flecken. Beine ausgedehnter hell gezeichnet. Kleinere Arten von 8—10 mm Länge 7

7. Fühler bei ♀ und ♂ ohne weißen Ring. Schildchen beim ♀ schwarz, beim ♂ gelb mit schwarzem Vorderrande. Stirnränder rötlich, beim ♂ gelblich. Thorax beim ♀ schwarz, beim ♂ schwarz, Pronotum, Schulterbeulen und Schildchen größtenteils gelb, Stigma bräunlich oder braunrot. Hinterleibstergite 2—4 und 5 seitlich an der Basis (♂), bzw. 2—3 und Basis von 4, seltener Endrand von 1 kastanienbraun oder rotbraun (♀). Endtergite 6 und 7 weißgefleckt oder das 7. ganz weiß (♂). Länge 7—9 mm. Großdeutschland, Kroatien, England, Frankreich.
cf. *Amblyteles fabricii* Schrank.

— Fühler bei ♀ und ♂ mit weißem Ring. Schildchen weiß oder gelb, seltener zum Teil oder ganz schwarz. Gesichtsränder rötlich. Stigma rotgelb oder gelb. Helle Körperfarbe nicht kastanienbraun 7a

7a Fühler ziemlich dick, mäßig zugespitzt. Beine schwarz, Vorderschenkel an der Spitze, Schienen und Tarsen rotgelb, die hintersten mit schwarzen Spitzen. Hinterleib schwarz, die Tergite 2 und 3 rot, 6 und 7 weißgefleckt. Bei den ♂ Gesicht gelb, in der Mitte meist schwärzlich. Fühlerschaft unten, Streifchen vor der Flügelwurzel und Schildchen gelblichweiß. Beine schwarz, Vorderschenkel,

alle Schienen und Tarsen gelb, die hintersten schwarz bespitzt. Hinterleib schwarz, nur das 2. und 3. Tergit rot. Länge 12—14 mm. Nord- und Mitteleuropa. Nach Ruschka und Fulmek Parasit der Nonnenraupe . . . . . *Ichneumon insidiosus* Wesm.

— Fühler dünn, stark zugespitzt. Fühlerschaft beim ♀ bisweilen unten rötlich, Schildchen rein weiß. Beine schwarz; Vorderschenkel, Schienen und Tarsen rot, die hintersten mit schwarzen Spitzen. Hinterleib schwarz, das 2. und 3. Tergit, manchmal Ende des 1. und Basis des 4. rot. 6. und 7. Tergit weiß gefleckt. Beim ♂ Schaft unten gelb, die Geißel unten rostrot. Gesicht größtenteils weiß. Linie vor der Flügelwurzel und Schildchen rein weiß. Hinterleib schwarz, 2. und 3. Tergit rotgelb. Kleinere Art von 8—10 mm Länge. Außer der Nonne wird noch *Epinephele jurtina* L. als Wirt angegeben. Europa . . . . *Ichneumon raptorius* Grav.

Anm.:

Alle anderen sonst als Nonnenparasiten erwähnten Ichneumonarten sind entweder Synonyma oder ist die Aufzucht nicht eindeutig auf die Nonne zu beziehen.

8. Mittelsegment nicht gefeldert, höchstens mit 2 Querleistchen. Schwarz; Hinterleib mit schwachem blauen Schimmer. Beine schwarz, Schenkel und Schienen gelbrot, Tarsenglieder 2—4 beim ♀ blasser gelbrot, beim ♂ das Glied 1—3 weißlich. Gesichtsränder, beim ♂, auch eine große Makel der Mandibeln weiß. Bohrer ungefähr von Hinterleibslänge. Länge 6—9 mm. Als Wirte werden *Panolis flammea* Schiff. und *Chariptera viridana* Walch. angegeben. Ich und Dr. Tölg haben sie in Böhmen und Niederdonau aus Nonnenraupen erhalten. Europa . . *Crypus tarsioleucus* Grav.

— Mittelsegment vollständig gefeldert, höchstens Costulae undeutlich. Hinterleibsfärbung ganz anders 8a

8a. Areola im Vorderflügel vollkommen geschlossen. Schwarz; Fühlerbasis, Hinterleib und Beine rot. Hüften, Trochanteren und Hinterleibsspitze schwarz. Bei den ♂ ist vom Hinterleib das Tergit 2 und 3, sowie Schenkel und Schienen rot, die Hinterschienen schwarz bespitzt. Länge 10—12 mm. Bohrer lang, ungefähr von Hinterleibslänge. Nord- und Mitteleuropa. Ist ein Überparasit von der Nonnenraupe (Wirt: *Parasetigena segregata* Rdi. nach Mitteilung von Prof. Schimitschek) . . *Phygadeuon grandis* Thoms.

— Areola im Vorderflügel offen. Schwarz; Fühler an der Basishälfte, Prothorax, Seiten der Mittelbrust, die basalen Suturen der Segmente und die Vorderbeine rot. Hinterbeine braun, Basis der Schienen rötlich. Flügel getrübt. Bei den ♂ Fühler, Hinterleib und Hinterbein schwärzlich, die Flügel glashell. Bohrer kürzer als das 1. Segment. Länge 5—7 mm. Europa. Auch ein Überparasit der Nonnenraupe. Der eigentliche Wirt ist eine der Apantelesarten, die bei Nonnen schmarotzen . . . . . *Hemiteles cingulator* Grav.

9. Hinterleib sitzend, fast immer durch mehr oder weniger starke Höcker oder Furchen uneben, meist auch stark punktiert, höchst

selten glatt. Mediansegment fast immer mit hinterer Querleiste. Areola 3seitig oder fehlend 10

— Hinterleib halbsitzend oder gestielt, der Postpetiolus (hintere Teil des 1. Hinterleibstergites) gut abgesetzt, der Hinterleib kaum uneben und mit feiner Sculptur oder glatt. Areola meist 4seitig und gestielt, auch fehlend, in letzterem Falle der Hinterleib deutlich gestielt 28

10. Kopf mehr oder weniger ausgesprochen kubisch. Zwischen den Mandibeln und dem am Endrande niedergedrückten Clipeus eine Art Mundöffnung vorhanden. Flügel ohne Areola. Schwarz; Fühlerschaft unten rostrot. Fühlergeißel mit weißem Ring (♀). Flügel fast glashell, in der Basis der Radialzelle leicht wolkig getrübt. Stigma braun mit weißer Basis. Hinterleib schwarz; 1. und 2. Tergit, meist auch das 3. ganz oder zum Teil rotbraun. Bohrer kürzer als der Hinterleib. Länge 10—15 mm. Europa. Die Art wurde auch aus dem Bockkäfer *Harpium inquisitor* L. gezogen, sonst Nonnenparasit . . . . . *Xylonomus irrigator* F.

— Kopf quer. Mundöffnung in irgendeiner Form nicht vorhanden. Areola vorhanden 11

11. 2. Hinterleibstergit deutlich länger als breit. 3. und 4. Hinterleibstergit mit ziemlich starken Höckern. Schwarz; Palpen gelblichbraun. Flügel fast glashell. Stigma schwärzlich, ziemlich schmal. Tegulae weißlich. Beine rötlich, die hintersten Schenkel am Ende, bei den ♂ auch die hintersten Schienen zum Teil und die Hintertarsen, braun. Bohrer etwas länger als der Körper. Länge 12 bis 18 mm. Vornehmlich Parasit von holzbewohnenden Käfern und Schmetterlingen (*Pissodes notatus* F., *Rhagium-* und *Saperda-* sowie *Tetropium*-Arten, ferner *Sesia spheciformis* Gern), aber auch aus Schmetterlingen, z. B. *Yponomeuta cognatella* L. und der Nonne gezogen. Europa . . . . . *Ephialtes tuberculatus* Fourcr.

— 2. Hinterleibstergit nicht länger als breit, quer oder quadratisch, oder ohne solche auffallende Höcker. Tegulae nicht weiß . . 12

12. Hinterleib glatt. Mittelfeld deutlich gefeldert. Areola fast 5seitig. Der 2. rücklaufende Nerv entspringt hinter der Mitte der Areola. 1. Hinterleibstergit mit scharfen Kielen. Rötlichgelb bis rostrot. Kopf und Thorax mit dottergelber und mehr oder minder ausgedehnter dunkelbrauner Zeichnung. Stigma braun. Bohrer kürzer als der halbe Hinterleib. Länge 7—15 mm. Europa, Westasien. Eine ungemein polyphage Art, die bei zahlreichen Schmetterlingen schmarotzt, auch ein häufigerer Nonnenparasit.
Theronia atalantae Poda.

— Hinterleib mit deutlicher Sculptur. Mediansegment nicht gefeldert, meist nur 2 Längsleisten vorhanden. Färbung abweichend . . 13

13. ♀ 14
— ♂ 21

14. Luftlöcher des Mittelsegmentes kreisrund, meist klein. Nervellus über der Mitte gebrochen 14a

— Luftlöcher des Mittelsegmentes groß, deutlich oval oder spaltförmig. Nervellus in oder unter der Mitte gebrochen 15

14a. Klauen bei den ♀ am Grunde ohne Zahn. Schwarz; vor den Flügelschuppen ein weißer Fleck. Hinterleib schwarz, nur die Segmentränder schmal gelblich. Beine rot, Hüften schwarz. Hinterschienen mit 3 braunen Ringen, nahe der Basis, etwas vor der Mitte und am Ende. Zwischen dem Basisring und dem mittleren sind die Schienen weiß, zwischen dem mittleren und dem Endring breit rot. Flügel fast glashell. Stigma braun, an Basis und Ende weißlich. Bohrer von 1/3 Hinterleibslänge. Länge 8—10 mm. Diese Art ist außer aus einer Reihe von Blattwespen, darunter *Lophyrus pini* Htg. auch aus vielen Schmetterlingen, Käfern und schließlich aus *Aspondylia genistae* Lw. gezogen worden. Als Nonnenparasit ist sie von Ruschka und Fulmek angegeben worden . . . . . *Pimpla alternans* Grav.

— Klauen bei den ♀ am Grunde mit Zahn. Nervellus fast in der Mitte gebrochen, etwas oberhalb dieser. 1. Hinterleibstergit mit deutlichen Kielen. Bohrer von Hinterleibslänge. Schwarz; Beine rot, Schienen etwas heller, die hintersten am Ende und ein Ring unterhalb der Basis braun. Stigma mehr oder weniger hell bräunlichgelb. Bohrerklappen lang behaart. Länge 8—12 mm. Europa. Westasien. Eine sehr polyphage Art, die bei zahlreichen Schmetterlingen, darunter der Nonne, schmarotzt. Überdies wird der Käfer *Byctiscus betulae* L. als Wirt angegeben . *Pimpla inquisitor* Scop.

— Luftlöcher des Mittelsegmentes groß oval oder spaltförmig, seltener mehr rundlich, dann aber der Nervellus niemals in der Mitte gebrochen 15

15. Klauen am Grunde ohne Zahn, die Klauen also nicht gespalten . 16

— Klauen am Grunde mit breitem Zahn, also deutlich gespalten, nur bei einer Art trifft dies nur bei den 2 vorderen Beinpaaren zu . 18

16. Hinterhüften ganz oder zumindestens oben rot 16a

— Hinterhüften schwarz, bisweilen zum Teil weißlich, niemals rot 17

16a. Die Hinterschienen an der Basis mit weißem Ring. Innere Augenränder und Körper schwarz. Fühler schwarz. Beine rot, Hinterschienen und -tarsen schwarz. Flügel schwach getrübt. Bohrer von 1/2 Hinterleibslänge. Länge 5—12 mm. Europa. Nordafrika. Eine sehr polyphage bei Schmetterlingen parasitierende Art, auch als Schmarotzer der Nonne bekannt geworden . *Pimpla turionellae* L.

— Hinterschienen an der Basis ohne weißen Ring, zuweilen an der Basis rötlich. Vorderhüften schwarz. Bohrer von 1/2 Hinterleibslänge. Größere Art von 10—15 mm Länge. Nord- und Mitteleuropa. In Schweden einer der Hauptparasiten der Nonne. *Pimpla arctica* Zett.

17. Hinterschienen mit weißem Ring an der Basis. Schwarz; Endränder der einzelnen Hinterleibstergite etwas heller, eine Spur rötlich. Thorax vor den Flügeln fast immer mit gelbem Fleck oder Streifen. Beine rot, Hüften und Trochanteren, die hintersten Kniee, Tarsen und Schienen schwarz, letztere mit weißem Ring. Stigma schwärzlich, an Basis und Spitze hell. Bohrer von 1/2 Hinterleibslänge. Länge 5—12 mm. Europa, Westasien. Stellenweise der häufigste Nonnenparasit, in der Parasitenreihe der Nonne von großer Bedeutung. Überdies wurde diese Schlupfwespe auch aus dem Apfelblütenstecher (*Anthonomus pomorum* L.) gezogen. Polyphag. Parasit vieler Schmetterlinge . . . . . *Plimpla examinator* F.

— Hinterschienen rotgelb wie die Schenkel ohne weißen Ring. Hüften, Trochanteren und Hintertarsen schwarz. Hinterleib schwarz. Tegulae meist hell gefleckt. Flügel glashell. Stigma braun oder braunschwarz. Mesonotum ohne gelbe Flecken oder Streifen. Bohrer von 1/2 Hinterleibslänge. Körper schwarz. Länge 8 bis 20 mm. Eine mitunter in sehr großen Exemplaren vorkommende sehr häufige und über ganz Europa verbreitete Art. Sie wurde aus zahlreichen Schmetterlingen gezogen und ist auch ein häufiger Nonnenparasit, jedoch ist mir nur ein Ort bekannt (Saazergegend), wo sie der häufigste Nonnenparasit war. Diese Art wurde auch aus der Blattwespe *Pteronidea melanocephala* Htg. gezogen, die auf verschiedenen Laubbäumen lebt . . *Pimpla instigator* F.

18. Innere Augenränder schwarz. Klauen der Hinterbeine am Grunde ohne Zahn, nur die vorderen mit Zahn, also gespalten. Hinterschienen mit weißem Ring. Mesonotum ohne gelbe Linien oder Flecken vor der Flügelwurzel. Schildchen und Hinterschildchen am Ende mit kleiner gelber Makel. Bohrer kürzer als der halbe Hinterleib, 5—10 mm. Diese Art ist nur aus der Nonne gezogen worden. Ich habe sie auch aus dem Brombeerspinner *Macrothylacia rubi* L. erhalten. Mittel- und Nordeuropa.

Pimpla quadridentata Thoms.

Anm.:
Diese Art wird vielfach als kleinere Rasse der *Pimpla rufata* Gm. bezeichnet.

— Innere Augenränder und meist auch das Schildchen zum Teil gelb. Klauen auch der Hinterbeine mit Zahn, also gespalten 19

19. Mesonotum und Hinterleib matt, kaum glänzend. Alle Hüften und Trochanteren mehr oder weniger ausgedehnt geschwärzt. Vorderhüften vorne mit weißem Fleck. Augenränder schwefelgelb. Schildchen mit großem weißlichgelben Fleck am Ende. Schienen hinter der Basis mit weißem Ring. Hinterschildchen mit weißem Streifen. Länge 16 mm. Bohrer 3 mm. Mitteleuropa. Die Art wird gewöhnlich als Parasit von Tagfaltern (*Limenitis populi* L., *Rhodocera rhamni* L. und *Argynnis paphia* L.) gezogen, ist seltener Nonnenparasit (Ruschka und Fulmek).

Pimpla capulifera Kriechb.

— Mesonotum und Hinterleib nicht matt, sondern glänzend. Hüften und Trochanteren meist rot, erstere an der Basis geschwärzt . 20

20. 1. Hinterleibstergit an der Basis tief ausgehöhlt, hinten gleichmäßig gewölbt. Schwarz; Linien des Mesonotum, Enden der beiden Schildchen und Tegulae gelb. Fühler rotgelb, die Oberseite etwas dunkler, mehr oder weniger deutlich schwärzlich geringelt. Beine rot, die vorderen mehr gelblich, die hintersten Schienen mit weißem Ring, nahe der Basis, diese und das Ende bräunlich. Flügel leicht gelblich getrübt. Stigma braun. Bohrer viel kürzer als der halbe Hinterleib. Die Klappen am Ende keulenförmig verdickt. Länge 6—16 mm. Europa. Auch diese Art ist polyphag bei verschiedenen Schmetterlingen und ist mit einer der häufigsten Nonnenparasiten, bisweilen noch häufiger als *instigator* F. und stellenweise sogar häufiger als *examinator* L. Die aus der Nonne gezogenen Stücke haben oft ganz schwarzen Thorax, die Hüften mit Trochanteren schwarz, letztere mit roten Spitzen. Vorderhüften mit gelbem Fleck, Vordertibien und Tarsen gelb. Hinterschenkel am Ende und Hinterschienen, diese mit weißem Ring, sonst schwarz (var. *Brischkei m.*) . . . . . *Pimpla rufata* Gm.

— 1. Hinterleibstergit bis zum Ende muldenartig ausgehöhlt, mit kräftigem Kiel. Hinterschienen ohne weißen Ring, nur mit einer weißlichen Stelle, die fleckartig ist und keinen Ring bildet. Hintertarsen rot, an der Spitze verdunkelt, während sie bei *rufata* Gm. weißlich mit dunklen Spitzen sind. Bohrer viel kürzer als der halbe Hinterleib. Länge 8—15 mm. Sonst von *Pimpla rufata* Gm. nicht verschieden. Polyphag, Parasit verschiedener Schmetterlinge. Als Nonnenparasit nicht besonders häufig.
Pimpla brassicariae Poda.

21. Gesicht und innere Augenränder schwarz 22
— Gesicht und innere Augenränder gelb, zumindest das Gesicht mehr oder weniger ausgedehnt gelb 25

22. Luftlöcher des Mittelsegmentes kreisrund, meist klein. Nervellus etwas über der Mitte gebrochen 22a
— Luftlöcher des Mittelsegmentes deutlich oval oder spaltförmig, groß. Nervellus interstitial oder unter der Mitte gebrochen 23

22a. Die hintersten Schienen 3farbig, an der Basis weiß, Endhälfte rot, die roten Partien durch braune Ringe scharf abgesetzt. Schwarz; Fühlerschaft unten gelb, Basalglieder unten rötlich, oben schwärzlich. Palpen weißlich. Die Vorder- und Mittelbeine sind gelb, die Schenkel nur ganz schwach rötlich. Hüften oben mehr oder weniger ausgedehnt geschwärzt, die vordersten oft ganz gelb, die hintersten immer ganz schwarz. Hinterschenkel rot. Stigma gelblich mit dunklen Rändern. Länge 8—10 mm. Europa, Nordafrika . . . . . *Pimpla alternans* Grav.

— Die hintersten Schienen nur 2farbig, am Ende schwärzlich und vor der Basis mit bräunlichem Ring, sonst weißlich. 1. Hinterleibstergit mit scharfen Kielen. Schwarz; Fühler schwarzbraun, unten rostgelb, der Schaft unten gelb. Vorderbeine blaßgelb. Die Hinterbeine haben rötliche Hüften und Schenkel, gelbe Trochanteren und weißliche Tarsen, diese am Ende breit schwarz. Länge 8—12 mm. Europa . . . . . *Pimpla inquisitor* Scop.

23. Hinterhüften ganz oder zumindestens oben rot 23a

— Hinterhüften schwarz 24

23a. Hinterschienen schwarz mit weißem Ring an der Basis. Mundgegend und Unterseite des Fühlerschaftes gelb. Fühler schwarz. Tegulae blaßgelb. Luftlöcher des Mittelsegmentes groß, fast kreisrund. 1. Hinterleibstergit ohne Kiele. Länge 5—12 mm. Europa, Nordafrika . . . . . *Pimpla turionella* L.

— Hinterschienen ohne weißen Ring, an der Basis bisweilen rötlich. Hinterhüften unten schwärzlich. Stigma braun. Luftlöcher des Mittelsegmentes gestreckt. Größere Art von 10—15 mm. Nord- und Mitteleuropa . . . . . *Pimpla arctica* Zett.

24. Hinterschienen schwarz mit weißem Ring nahe der Basis. Stigma schwärzlich, an Basis und Spitze gelblich. Tegulae gelb. Gesicht dicht und grob punktiert. 5—12 mm. Europa, Westasien. *Pimpla examinator* F.

— Hinterschienen ohne weißen Ring. Beine rot. Hüften und Trochanteren, sowie Hintertarsen schwärzlich. Palpen gelb. Stigma braunschwarz. Fühlergeißelglieder 6—15 an der Außenseite mit erhabener Linie. Hinterleib schwarz, mitunter mit rötlichen Segmenträndern. 6—18 mm. Europa . . . . . *Pimpla instigator* F.

25. Nur die inneren Augenränder gelb, das Gesicht in der Mitte schwarz. Hinterschienen 1farbig rötlich, nahe der Basis bisweilen mit hellerem Punkt. 2. Tergit an der Basis mit tiefen Gruben. Thorax mitunter mit gelber Zeichnung (Mesonotum). Länge 8 bis 15 mm. Europa . . . . . *Pimpla brassicariae* Poda.

— Gesicht ganz gelb 26

26. Mesonotum und Hinterleib matt. Gesicht und innere Augenränder, sowie ein größerer Fleck gelb. Die 4 vorderen Beine fast ganz gelb. Länge etwa 16 mm. Nord- und Mitteleuropa. *Pimpla capulifera* Kriechb.

— Mesonotum und Hinterleib ziemlich glänzend. Gelbe Färbung anders verteilt, die vorderen Beine nicht vorherrschend gelb oder kein gelber Scheitelfleck vorhanden 27

27. Mesonotum mit gelben Linien und einem solchen Hakenfleck vor der Flügelwurzel. 7. Tergit dicht und tief punktiert, an den Seiten deutlich eingebuchtet. Tegulae gelb. Stigma braun. Länge 6 bis 15 mm. Europa . . . . . *Pimpla rufata* Gm.

— Mesonotum schwarz, selten ein kleiner gelber Punktfleck vor der Fühlerwurzel erkennbar. 6.—7. Tergit ganz glatt, das 7. kaum

eingebuchtet. Länge 6—10 mm. Europa.
Pimpla quadridentata Thoms.

28. Flügel ohne Areola. Metatarsus mehr oder weniger verdickt, ebenso die übrigen Hintertarsenglieder. Stirne mit scharfer Leiste, die von oben gesehen wie ein spitzer Zahn aussieht. Notauli deutlich. Gesicht gelb, die Fühler ganz rot. Bei den ♂ Fühlerschaft unten gelb. Wangen unten und Scheitelpunkte gelb. Beine rot, die vordersten zum Teil gelb. Hinterhüften ganz oder zum Teil und die Spitzen der Hinterschienen schwarz. Hinterleib rot, gewöhnlich das 1. und 2. mit schwarzem Rückenstreifen, das 5. bis 7. Segment oben schwarz. Länge 15—21 mm. Europa. Die Art ist außer der Nonne auch aus *Panolis flammea* Schiff., und *Hyloicus pinastri* L. gezogen worden . . . . *Aphanistes ruficornis* Grav.
— Flügel mit Areola. Metatarsus und Tarsen der Hinterbeine nicht von dieser Beschaffenheit. Zwischen den Fühlern keine Zahnleiste . 29

29. Augen innen schwach ausgerandet. Mediansegment deutlich gefeldert. Area superomedia hinten meist offen, breiter als lang. Areola gestielt. Hinterleib hinten deutlich kompreß. Bohrer kurz vorstehend. Schwarz; Palpen und Mitte der Mandibeln gelb. Stigma braungelb. Tegulae weißlich. Hüften und Basis der Trochanteren schwarz. Schenkel und die Vorderschienen rötlich. Hinterschienen unterhalb der Basis und am Ende breit schwärzlich, an der Basis und in der Mitte weißlich. Hintertarsen schwärzlich, Basis des Metatarsus und die Schienesporne weißlich. Hinterleibssegmente hinten und an den Seiten breit rot, bisweilen auch Segmente 1 und 4 mit rotem Endrand. Länge 5—7 mm. Europa. Polyphag, Parasit verschiedener Eulen-, Spinner- und Wicklerraupen. Als Nonnenparasit nicht selten.
Anilastus ruficinctus Grav. *(Campoplex rapax* Ratz.)
— Augen innen stark ausgerandet. Mediansegment nicht oder nur undeutlich gefeldert. Färbung der Hinterschienen und Tarsen ganz anders 30

30. Hinterleib nach hinten keulenförmig. Bohrer versteckt. Mittelsegment ohne Felderung. Schwarz; Mandibeln in der Mitte rötlich. Tegulae bräunlich, Stigma braun. Beine rot, Hüften und Trochanteren schwarz, Tarsen gegen das Ende zu schwärzlich. Spitzen der Hinterschiene bräunlich. Länge 5 mm. Nord- und Mitteleuropa. Die Art ist aus dem Spanner *Scodiona fagaria* Thunbg. gezogen worden, einem Spanner, dessen Raupe auf Heidekraut, seltener auf *Globularia* lebt. Auf Heidekraut wird aber auch mitunter die Nonnenraupe anzutreffen sein, die ja sehr polyphag ist. Zufallsparasit der Nonne . . . *Casinaria claviventris* Holmgr.
— Hinterleib am Ende seitlich zusammengedrückt wie bei *Campoplex*, von dieser Gattung durch die runden Luftlöcher des Mittelsegmentes verschieden. Bohrer kurz vorstehend. Hinterschildchen ungewöhnlich groß, fast viereckig, flach in den Basalecken mit

2 großen Grübchen. Schwarz; Palpen und Tegulae gelblich. Stigma braun. Beine schwarz, Vorderschenkel, Mittelschenkel am Ende, Vorderschienen und Tarsen rötlich. Hinterleibssegmente am Ende, 3. und 4. Segment sowie Basis des 5. rot, das 3. an der Basis mit schwarzem Fleck. Große Art von 10—11 mm. ♂ nicht bekannt. Ostmark. Nonnenparasit, aber nicht häufig.

Trophocampa scutellaris Tschek.

Anm.:

Wie mir Prof. Schimitschek mitteilt, kämen noch *Mesochorus*-Arten, nicht näher bestimmt, als Überparasiten der Nonnenraupe in Betracht. *Mesochorus* Grav. ist ausgezeichnet durch die große rhombische Areola, manchmal etwas verschoben, die gekämmten Klauen und die langen Analgriffeln der ♂. *Mesochorus* schmarotzt zumeist bei *Apanteles*-Arten, jedoch wird er auch aus anderen Hymenopteren wie *Campoplex*, schließlich auch aus Dipteren gezogen. Auch wird *Mesochorus* als Primärparasit von verschiedenen Schmetterlingen, Blattwespen, seltener Käfern angegeben, wohl eine ungenaue Aufzucht. Eher als eine für die Bekämpfung der Nonne schädliche Form zu betrachten.

Braconiden

Die aus Nonnenraupen gezogenen Braconiden gehören nur wenigen Gattungen an, von denen einige wohl nur Überparasiten sind. Besondere Bedeutung haben nur die *Apanteles*-Arten. Die hierher gehörenden Arten lassen sich leicht unterscheiden. Schwierigkeiten bieten nur die Gattungen *Aspilota* Hal. und *Orthostigma* Ratz.

1. Oberkiefer (Mandibeln) nicht nach auswärts gedreht, nicht klaffend, im geschlossenen Zustande einander berührend oder sich kreuzend 1a

— Oberkiefer nach auswärts gedreht, weit klaffend, im geschlossenen Zustande einander nicht berührend 8

1a. Hinterleib deutlich gestielt. 2. Radiocubital- (Cubital-) Zelle kurz trapezförmig, so hoch oder höher als lang, geschlossen. Körperfarbe ausgedehnt gelblichrot. Cocons einzeln an langen Gespinstfäden herabhängend (außerhalb der Wirtsraupe an Blättern, Nadeln) 2

— Hinterleib sitzend. 2. Radiocubital- (Cubital-) Zelle klein, dreieckig, außen offen oder viereckig, etwas länger als hoch, geschlossen. Körper entweder ganz schwarz oder bei den ♀ Prothorax und Mesonotum, bei den ♂ nur der Prothorax rotgelb. Cocons nie an einem langen Faden herabhängend 4

2. 1. Hinterleibssegment nahe der Basis ohne deutliche Grübchen. Fühler 29—32gliedrig. Rotgelb, Fühlerschaft schwärzlich, an der Basis gelblich. Mittelsegment schwärzlich. Beine gelblich; Hüften, Schenkel und Schienen der Hinterbeine mehr oder weniger verdunkelt. Hinterleib mehr oder weniger ausgedehnt schwärzlich, an der Basis weißlich, auch die 1. Sutur (Grenznaht) von dieser

Farbe, oder ist der Hinterleib größtenteils gelblich, Basis des 1. Segmentes und der Hinterrand dieses weißlich, vor diesem 2 Flecke, die meist zusammenfließen, schwärzlich (var. *bimaculatus* Wesm.). Länge 4—5 mm. Bohrer von 1/2 Hinterleibslänge. Die hellbräunlichen Cocons hängen an den Nadeln der Fichtenbäumchen herab, an denen sie mit Gespinstfäden befestigt sind. Diese Art ist samt Varietät über ganz Europa verbreitet. Polyphag, lebt bei verschiedenen Schmetterlingen, darunter der Nonne.

Meteorus versicolor Wesm.

— 1. Hinterleibssegment nahe der Basis mit deutlichen Rückengrübchen. Fühler 33—35gliedrig 3

3. Thorax oben schwarz, nur das Schildchen rötlich; Kopf größtenteils, Thorax an den Seiten und unten, Schildchen und Hinterleibsmitte gelblichrot. Fühler schwarz mit gelber Basis. Flügel glashell, das Stigma gelb. Beine gelb. Länge 5—6 mm. Bohrer von 1/2 Hinterleibslänge. Cocons graulichgelb, wie bei voriger Art angeheftet. Europa, Westasien. Gleichfalls sehr polyphag, Parasit verschiedener Schmetterlinge und der Nonne.

Meteorus scutellator Nees.

— Der ganze Körper rötlichgelb, höchstens das 1. Segment und bisweilen auch das Mittelsegment etwas verdunkelt. Sonst wie vorige Art. Cocons ebenso. Wie vorige Art, zu der sie als Varietät gezählt wird, verbreitet.

Meteorus unicolor Wesm. (*Meteorus scutellator* Nees., var. *unicolor* Wesm., *Perilitus unicolor* Wesm.).

4. 2. Radiocubital- (Cubital-) Zelle viereckig, etwas länger als hoch. Fühler 31—35gliedrig. Schwarz; Prothorax und Mesonotum rotgelb, Körper sonst schwarz, bei den ♂ auch das Mesonotum schwarz. Bohrer länger als der Hinterleib. Beine fast ganz rotgelb. Flügel glashell. Stigma gelb mit mehr oder weniger ausgedehnter brauner Basismakel. Länge 4—6 mm. Parasit von *Calocampa vetusta* Hb., *Gortyna ochracea* Hb. Ratzeburg gibt den Käfer *Anobium pertinax* L., Ruschka und Fulmek die Nonne als Parasit an. Europa. Cocons braungelb in Häufchen, dicht bedeckt mit feinem weißlichen Gewebe.

Amicroplus collaris Spin.

— 2. Radiocubitalzelle klein, dreieckig, außen offen. Früher bei ♀ und ♂ nur 18gliedrig. Körper ganz schwarz, nur höchstens die Seiten des 1. Tergites gelblich. Die äußeren Längsnerven meist mehr oder weniger erloschen 5

5. 2. Hinterleibstergit mit 2 nach hinten divergierenden Furchen, so daß ein scharf umrissenes dreieckiges Mittelfeld entsteht. Bohrer kurz, aber etwas vorstehend. Schwarz; Palpen gelblich. Beine gelblich, Hüften schwarz, Trochanteren braun, Hinterschenkel schwarz gestreift. Länge 2—2 1/2 mm. Cocons weißlich im Innern des Puppengespinstes angesponnen, oft neben dem Balg der toten

Raupe. Europa. Ist außer aus Nonnenraupen noch aus *Euproctis chrysorrhoea* L. gezogen worden . . . . *Apanteles inclusus* Ratz.

— 2. Hinterleibstergit ohne dieses Mittelfeld, auch sonst anders. Cocons niemals im Innern des Raupengespinstes 6

6. 3. Hinterleibstergit ganz glatt, glänzend. Schwarz; Palpen blaßgelb. Beine gelbrot, Hüften und 1. Trochanter schwarz. Die vorderen Schenkel am Ende gelblich, die hintersten ganz schwarz. Mittel- und Hintertibien schwarz bespitzt. 1. Segment an den Seiten und Bauch vorne gelb. Flügel glashell. Stigma hellbraun. Länge 2—3 mm. Bohrer sehr kurz, kaum vorstehend. Cocons blaß fleischfarben, nicht an der Raupe hängend, sondern an den Haaren der toten Raupe angesponnen. Europa. Ungemein polyphag, lebt bei zahlreichen Schmetterlingen . . . *Apanteles difficilis* Nees.

— 3. Hinterleibstergit zumindest an der Basis gerunzelt. Cocons nicht blaß fleischfarben in anderer Weise befestigt oder einzeln angeheftet 7

— 3. Hinterleibstergit fast bis zum Endrand gerunzelt, das 1. bis 3. Hinterleibstergit mit einem undeutlichen Mittelkiel. Schwarz; Palpen gelb. Beine größtenteils gelb. Die 4 hinteren Schenkel und die Spitzen der Hinterschienen breit schwarz. Bauch vorne gelb. Flügel milchig-getrübt. Stigma braun. Länge 3 mm. Bohrer ganz kurz. Cocons schwefelgelb, einzeln an Blättern (Nadeln) der Wirtspflanze angesponnen. Europa. Solitärparasit. Polyphag, Parasit von Eulen und verschiedenen Spinnern, darunter der Nonne. *Apanteles solitarius* Ratz.

7. 3. Hinterleibstergit nur an der Basis fein runzelig punktiert, sonst glatt. Mittelkiel am 1.—3. Tergit kaum angedeutet. Beine rostgelb, Hüften, Trochanteren, Spitzen der 4 vorderen Schenkel, die Hinterschenkel ganz schwarz. Spitzen der 4 hinteren Schienen und alle Tarsen angeräuchert. 1. Tergit gelb gesäumt. Flügel leicht milchig getrübt. Stigma braun. Bohrer sehr kurz. Länge 2 bis $2^1/_2$ mm. Cocons weißlichgelb in einem lockeren Gespinst an den Balg der toten Raupe fest angesponnen. Europa. Ein ziemlich häufiger Nonnenparasit, lebt auch bei anderen Spinnern. *Apanteles melanoscelus* Ratz.

Anm.:

Diese Art ist nicht mit *Apanteles difficilis* synonym, sondern im Gegenteil dem *A. solitarius* am nächsten verwandt, was schon Ratzeburg erwähnt. Man beachte beim Bestimmen, daß der Unterschied beider Arten auf der Skulptur des 3. Hinterleibstergites beruht, das bei *melanoscelus* zur Hälfte glatt ist. *A. melanoscelus* Ratz. ist Sozialparasit.

8. Stigma mehr oder weniger vollständig fehlend, nur als eine Verdickung der Vorderrandader angedeutet, die gegen die Flügelspitze zu immer schwächer wird. 1. Radiocubitalzelle mit der 2. bisweilen verschmolzen. Fühler der ♀ 18—19gliedrig, der ♂ 22 bis 24gliedrig. Schwarz; Palpen braun. Beine rot, Hüften, Schenkel und Schienen der Hinterbeine meist etwas verdunkelt. Länge

2—2½ mm. Europa. Hauptsächlich Parasit von *Megaselia rufipes* Meig. Überparasit der Nonnenraupe.

Aspilota nervosa Hal.

— Stigma, besonders bei den ♀ deutlich, wenn auch schmal, ziemlich breit bei den ♂. Fühler der ♀ 17—24gliedrig, ♂ 23—24gliedrig. Schwarz; Beine fast ganz rotgelb. Flügel leicht getrübt. Länge 2—2⅔ mm. Europa. Wie vorige Art Parasit von *Megaselia rufipes* Meig. Überparasit der Nonenraupe.

Orthostigma pumilum Nees. (*Aphidius flavipes* Ratz.).

Anhang. Wolff-Krause führen noch *Aphidius flavidens* Ratz. als Nonnenparasit an. Diese Art ist sicher kein *Aphidius* Hal., welche Gattung nur bei Blattläusen schmarotzt, sondern wahrscheinlich eine Euphoride. Ohne die Type gesehen zu haben, ist keine Klärung möglich. Auch diese Art könnte nur ein Überparasit sein. Vielleicht können Zuchtergebnisse Klärungen bringen, von mir nie gezogen.

Chalcididen

Die Chalcididen (Erzwespen) sind vor allem Puppenparasiten. Viele unter ihnen sind Überparasiten sowohl der Raupe als auch der Puppe der Nonne, sie schlüpfen dann meist aus den Tönnchen von verschiedenen Fliegen, am häufigsten aus denen von *Parasetigena segregata* Rdi., aber auch aus Ichneumonidenpuppen aus. Die hierher gehörigen Arten lassen sich, wie folgt, auseinander halten.

1. Vorderschienen mit großem, gekrümmtem Sporn. Tarsen 5gliedrig 2
— Vorderschienen mit kurzem, geradem und dünnem Sporn. Tarsen 4- oder 3gliedrig 6
2. Hinterhüften sehr groß, 5—6mal so lang wie die Vorderhüften, oben mit Kante. Hinterschenkel mit einem Dorn 3
— Hinterhüften normal, abgerundet, nicht viel größer als die vorderen. Schenkel unbewehrt 4
3. Größere robuste Art von 3—4 mm Länge. Schildchen mit feiner punktierter Linie, die in der Mitte unterbrochen. Mittelsegment schwach punktiert. Kopf und Fühlerschaft erzgrün. Geißel schwarzbraun. Thorax dunkel erzgrün. Flügel getrübt, unterhalb des Radiusknöpfchens mit querem, dunklerem Wolkenfleck. Hinterleib erzgrün. Beine gelblichrot, Hüften und Schenkel erzgrün, letztere nahe der Basis mit schräg verlaufendem, kräftigem Dorn. Bohrer von ½ Hinterleibslänge. Europa. Überparasit der Nonnenraupe und -puppe, der eigentliche Wirt ist *Parasetigena segregata* Rdi. und *Pimpla examinator* F.

Monodontomerus dentipes Thoms.

— Kleinere, zierliche, schlanke Art von 2—3 mm Länge. Schildchen glatt mit feiner punktierter Linie. Mittelsegment mit einem verkehrt gleichschenkelig-dreieckigen Eindruck, welcher durch den

Längskiel geteilt wird. Erzgrün, Fühlerschaft erzgrün, die Geißel braun, unten wie der Schaft meist etwas rötlich. Flügel leicht getrübt, unterhalb des Radiusknöpfchens mit dunklerem Fleckchen. Thorax erzgrün, der Hinterleib grün, an den Seiten blauviolett. Beine grün, die Schiene rotgelb, die Tarsen gelb. Schenkeldorn etwas weiter von der Basis entfernt, kurz und klein. Bohrer kürzer als der halbe Hinterleib. Europa. Überparasit von *Pimpla examinator* F. und *rufata* Grav., auch aus Dipterentönnchen gezogen . . . . . *Monodontomerus virens* Thoms.

4. Pronotum stark entwickelt, quadratisch oder viereckig. Hinterleib rundlich, seitlich zusammengedrückt. Bei den ♂ Fühler stark sägeartig eingekerbt, wirtelig und abstehend behaart. Körper ganz schwarz, ohne Metallglanz. Beine schwärzlich, Gelenke der Schenkel und Schienen sowie die Tarsen weißlich, nur bei den ♂ sind die Tarsen der Vorderbeine ungewöhnlich dunkel. Länge 2 mm. Europa. Polyphag, wurde aus Puppen und Raupen zahlreicher Schmetterlinge, aber auch aus verschiedenen Gallwespen gezogen. Die Art kann unter Umständen Überparasit sein.
Eurytoma appendigaster Swed. *(Eurytoma abrotani* Ratz.).

— Pronotum nicht stark entwickelt. Hinterleib nicht rundlich, auch nicht kompreß, beim ♂ Fühler nicht von dieser Beschaffenheit, Körperfarbe meist ausgesprochen metallisch grün oder blau (golden) 5

5. Mittelsegment nach hinten in einen rundlichen Hals (Nucha) ausgezogen. Hinterschienen mit nur einem Sporn. Postmarginalnerv länger als der Radius. Hinterleib ziemlich spitzoval. ♀ olivengrün, wenig glänzend. Fühlergeißel, Hüften und Schenkel dunkelbraun, die vorderen etwas heller. Fühlerschaft an der Basis heller braun. Schienen der Hinterbeine an der Spitze und die Hintertarsen gelblich oder weißlich. ♂ brillant grün, glänzend. Mundgegend, Fühlerschaft und Beine rötlichgelb, die Hüften grün. 1½—2½ mm. Europa. Hauptsächlich Tagfalterparasit. In Böhmen auch aus der Nonne, ansonsten wiederholt auch aus verschiedenen anderen Schmetterlingspuppen gezogen worden, also viel mehr polyphag als ursprünglich angenommen wurde. Auch in Nordamerika schon beobachtet . . . *Pteromalus puparum* L.

— Mediansegment nicht nach hinten in dieser Form verlängert, ziemlich kurz abgerundet. Kopf groß und dick, viel breiter als der Thorax, Hinterleib oval. Metallisch olivengrün, der Hinterleib oft goldig und kupferig überlaufen, bei den ♂ an der Basis rötlich durchscheinend. Beine, die dunklen Hüften ausgenommen, gelblich oder rötlich. Länge 2—2½ mm. Europa. Auch eine sehr polyphage Art. Auch bei dieser Art werden meist nur Tagfalter, jedoch auch die Nonne und einige Kleinschmetterlinge als Wirte erwähnt. Vielleicht auch Überparasit.
Diglochis omnivora Walk. *(Pteromalus saltans* Ratz.).

6. Hinterschienen nur mit einem kurzen Sporn. Schildchen mit 2 eingedrückten Linien. Kopf schwärzlich erzgrün, Fühler gelbbraun, Thorax glänzend schwarz. Mittelsegment violett angelaufen. Hinterleib kurz-eiförmig. 1. Hinterleibstergit (Petiolus) gelbbraun, die übrigen Tergite dunkler braun oder pechbraun. Beine samt Hüften gelbbraun, die Klauenglieder dunkelbraun. Länge 1,25 mm. Bisher nur als Nonnenparasit bekannt, doch hielt schon Ruschka diese Art für einen Überparasiten und meint, die eigentlichen Wirte wären Tachinen. Mitteleuropa (Mähren, Sachsen).
Elachertus monachae Ruschka.

— Hinterschienen mit 2 Sporen. Schildchen ohne, seltener mit eingedrückten Linien oder Körperfarbe viel intensiver metallisch 7

7. Schildchen ohne eingedrückte Linie. Thorax breit und robust, Fühler der ♂ mit deutlichen Kammstrahlen. Kopf und Thorax grün, stellenweise kupfrig angeflogen. Hinterleib bronzefarben, mehr weniger stark violett angeflogen, an der Basis namentlich beim ♀ mit bräunlichgelbem Fleck, der beim ♂ viel kleiner ist, beim ♀ fast die Hälfte des Hinterleibes an der Basis einnehmen kann. Fühlergeißel braun. Fühlerschaft, Mundgegend und Beine weißlichgelb, oft leicht angeräuchert. Länge 2—3 mm. Europa. Polyphag, aus zahlreichen Schmetterlingen gezogen, darunter auch der Nonne. Vielleicht Überparasit. Auch werden *Orchestes*-Arten als Wirte angegeben.
Cratotrechus larvarum L. *(Eulophus bombyciformis, phalaenarum* und *fumatus* Ratz.).

— Schildchen mit eingedrückter Linie. Radius kurz und dick, nicht länger als der sehr kurze Marginalnerv (Doppelnerv). Knöpfchen groß und dick. Fühler der ♂ ohne Kammstrahlen. Glänzend bräunlichschwarze Beine samt Hüften, sowie Fühlerschaft gelb. Länge 1 mm. In der Farbe an *Elachertus monachae* erinnernd, hat diese Art jedoch 2 Sporne an den Hinterschienen. Europa. Weniger polyphag, bisher nur aus *Panolis flammea* Schiff. und der Nonne gezogen. Auch wohl Überparasit. Nur Puppenparasit.
Entedon xanthopus Nees.

Anm.:
Andere Chalcididen, die aus Nonnenpuppen oder Raupen gezogen wurden, kenne ich nicht, die Angaben dürften wohl aus Fehlbestimmungen herrühren und bedürfen sehr der Überprüfung. Ein besonderer Wert kommt den Chalcididen nicht zu, da sie eben vielfach Überparasiten sind.

Die Parasiten der Imagines

Die Zahl der Parasiten des Schmetterlings selbst ist sehr gering. Sie sind auch ziemlich bedeutungslos. Ich habe überhaupt nur 2 Parasiten des Schmetterlings beobachten können, abgesehen von Bakteriosen, deren Erreger nicht bestimmt werden konnten. Diese 2 Parasiten sind:

1. *Mermis albicans* Sieb. und andere nicht näher bestimmte Arten dieser Nematodengattung. Gelegentlich beobachtet beim Abgehen

aus dem After des Schmetterlings. Es sind weibliche Tiere, etwa 10 cm lang, der Schmetterling scheint erschöpft, geht aber nicht ein. Befallene Weibchen können nach einiger Zeit, nach dem Verlassen des Wurmes immer noch eine Anzahl Eier legen.

2. *Allothrombium fuliginosum* Herm. und andere Milben, bzw. deren Larven. Die ziemlich auffallend dunkelroten Larven hängen festgesaugt an den Wurzeln der Beine, meist aber nur in wenigen Stücken, beim Falter schwer zu sehen, da sie vielfach vom Haarkleid überdeckt werden.

Die sonst bei Hummeln, Käfern und Ameisen vorkommenden *Gamasus-* und *Loelaps*-Arten habe ich bei der Nonne nie beobachtet. Doch mag eine der zu den Gammasiden gehörige Art auch auf dem Schmetterling zu finden sein.

Schlußbemerkungen: Ich habe hier, wie ich betone, in erster Linie die Zuchtergebnisse meiner eigenen, dann die von mir kontrollierten Zuchtergebnisse weiland Prof. Dr. Tölgs in Nordwestböhmen, sowie die Aufzuchten aus der Hochschule für Bodenkultur und verschiedener anderer Institute verwertet, das Schrifttum nur vergleichsweise herangezogen. Auf die übergroße Anzahl der Feinde der Nonne, sowohl der Raupe als auch der Puppen kann ich leider nicht eingehen, obwohl da manches zu überprüfen wäre. So ist es wohl kaum angängig, den Ohrwurm *(Forficula auricularia* L.) als Nonnenfeind hinzustellen, ein Insekt, das sich hauptsächlich von vegetabilischen Stoffen (Obst) und Kadavern verschiedener Kleintiere nährt. Auch die Erdkröte (*Bufo vulgaris* L.) verzehrt niemals Schmetterlinge, da sie sich den Schlund mit Schuppen verkleben würde, auch nimmt sie wie die meisten Lurche nicht gerne andere als nackte Raupen an. Desgleichen ist der Wiedehopf *(Upupa epops* L.) sicher kein richtiger Nonnenfeind, da er nicht in geschlossenen Beständen, sondern auf offenem Gelände vorkommt und kleinere nackte Larven und Maden von Käfern und Fliegen als Hauptnahrung hat. Dafür wird der Raupenjäger *Ammophila sabulosa* L., der außer der Raupe der Kieferneule recht häufig auch Nonnenraupen einträgt, im Schrifttum kaum erwähnt. Vielleicht ist es mir möglich, auch die Feinde der Nonne kritisch zu behandeln. Abgesehen von einer Reihe von Vertretern der Vogelwelt wird dann auch auf die Fledermäuse mit mehreren Arten und nicht zuletzt auf die Waldspitzmaus *(Sorex araneus* L.), die mehr in Nadelholzbeständen, und den Igel, der hauptsächlich in gemischten Beständen ein eifriger Nonnenpuppen und Raupenvertilger ist, hinzuweisen sein.

Schrifttumverzeichnis

Im vorliegenden Schrifttumverzeichnis finden hauptsächlich jene Schriften Erwähnung, die den Fachkollegen auf die wichtigsten Werke aufmerksam machen sollen, aus denen er sich hinsichtlich der Nomenklatur und der morphologischen Details Rat holen kann und auch wertvolle biologische Details nachgesehen werden können. Es macht dieses Verzeichnis natürlich nicht den Anspruch auf Vollständigkeit.

I. Botanische Werke und Handbücher

1. Lindau, Kryptogamenflora f. Anf. 2. und 3. Aufl. Berlin 1922—1928.
2. Rabenhorst, Kryptogamenflora 2. Aufl. Leipzig 1881—1921.
3. Warburg, Die Pflanzenwelt. Leipzig 1933.
4. Wettstein, Handbuch der systematischen Botanik 3. und 4. Aufl. Wien 1922 bzw. 1933/34.
5. Willkomm, Forstliche Flora 2. Aufl. Leipzig 1887.

In diesen Werken findet sich die wichtigste Literatur über Bakterien und Pilze (1—4). Siehe auch Saccardo Sylloge Fungorus Bd. 17, 19, 20. Padua 1882—1932.

II. Zoologische und forstwissenschaftliche Werke usw.

A. Kataloge usw.

1. Becker, Bezzi, M., Kertész, K., Stein, P., Katal. der pal. Dipteren. Budapest 1902—1910.
2. Brauer u. Bergenstamm, Die Zweiflügler des Kaiserl. Mus. Wien 7 Teile. Wien 1880—1894.
3. Dalla Torre, Katal. Hymen. usw. Vol. III, IV, V. Leipzig 1898—1902.
4. Staudinger-Rebel, Katal. Lepidopt. pal. Faun. Berlin 1901.
5. Schilsky, System. Verzeichnis der Käfer Deutschlands usw. Stuttgart 1909.
6. Winkler, Katal. Coleopt. reg. pal. Vindob. 1924—1932.

B. Spezialwerke und Lehr- bzw. Handbücher usw.

1. Berge-Rebel, Schmetterlingsbuch 9. Aufl. Stuttgart 1910.
2. Brehms Tierleben Bd. 2, 4. Aufl. Leipzig 1915 (von Heymons bearb.).
3. Eckstein, Schmetterlinge Deutschlands. Stuttgart 1914 ff.
4. Escherich, Forstinsekten Mitteleuropas Bd. I—III. Berlin 1914—1923.
5. Fahringer, Opuscula Braconologica Bd. I—III (pal. Reg.), 1928—1937.
6. Handlirsch, Handbuch der Entomologie III. Bd. Jena 1925 (ed. Schröder).
7. Hase, A., Beitr. Lebensg. von *Trichogramma evanescens* Walk. Arb. a. d. Biol. Reichsanst. für Land- und Forstwirtschaft XIV, 1925, Heft 2, S. 171 ff.
8. Kieffer, J. J., Scelionidae in „Tierreich" 48. Lief., 1926 (Berlin).
9. Kryger, J. P., The europ. Trichogramminae. Entom. Medd. XII, 1918, p. 257 ff.
10. Lindner, Die Fliegen der pal. Region. Erscheint seit 1925, bisher 6 vollständige Bände erschienen.
11. Marshall, Braconidae in Andree, Spec. Hymèn. Europ. etc. 3 Bd. Bd. IV, V und VI des Gesamtwerkes. Beaune 1888—1897.
12. Mayr, Die europäischen Torymiden. Verh. zool. bot. Ges. Wien 1874, 52—90.
13. — — Chalcididengattung *Eurytoma* Ill., Idem 1878, p. 297—334.
14. — — Die Schlupfwespengattung *Telenomus* Hall. Ibidem 1879, p. 697—714.
15. Nüßlin, Leitfaden der Forstinsektenkunde 2. Aufl. Berlin 1913.
16. Ruschka u. Fulmek, Verzeichnis der an der k. k. Pflanzenschutzstation in Wien erzogenen parasit. Hymen. Zeitschr. f. angewandte Entom. Bd. II, 1915, p. 390—412.
17. Schiner, Fauna austriaca. Die Fliegen (Diptera) 2 Bd. Wien 1864.
18. Schmiedeknecht, Chalcididae Fasc. 97 d. Genera insect. Brüssel 1909.
19. — — Die Hymenopt. Deutschl. usw. 2. Aufl. Jena 1930.
20. — — Opusc. Ichneum. Bd. 1—5 und Suppl. Blankenburg 1902—1930.

21. Sorauer-Reh, Handbuch der Pflanzenkrankheiten Bd. III, 3. Aufl. 1913 und 5. Aufl. 1924.
22. Spuler, Die Schmetterlinge und Raupen der Schmetterlinge Europas 4 Bde. Stuttgart 1913—1918.
23. Wolff-Krause, Die forstlichen Lepidopteren. Jena 1922.

Anhang: Die Werke von J. T. Ch. Ratzeburg, des Altmeisters der angewandten Entomologie, z. B. Die Ichneumonen der Forstinsekten, Berlin 1844 bis 1852, und seine anderen hochbedeutsamen Werke sind leider vergriffen und nur schwer zu beschaffen, weshalb ich sie nicht angeführt habe. Das meiste aus diesen Arbeiten ist übrigens von Escherich verwertet worden und auch in die systematischen Werke von Kieffer, Mayr, Schmiedeknecht und von mir übergegangen.

Agrilus ater L., als Espenschädling in Finnland

Von

Dr. **Esko Kangas,** Helsinki

(Mit 5 Abbildungen)

Bei meinen Untersuchungen über die Vertrocknungserscheinungen an der Espe in den Jahren 1938/39 (vgl. Kangas 1940) stellte ich in einer mit Espenüberhältern bestockten Waldung in Lapinjärvi, Südfinnland, das Vorkommen der im Lande seltenen Buprestide *Agrilus ater* L., als äußerst gefährlichen Schädling der Espe fest. Diese Art war in Finnland bis dahin nur einmal angetroffen worden. Krogerus (1922, S. 109) erzählt darüber folgendes: „Ich habe in Lojo (Lohja) Larven dieser Art an der Sonnseite des Stammes einer riesengroßen, unbedeutend beschädigten Espe von einem Stammdurchmesser von über 1 m gefunden, ebenso in Karislojo (Karjalohja) in einem umgefallenen Espenstamme von 70 cm Stammdurchmesser. Nur ein einziges Mal habe ich in Lojo einen lebenden Espenstamm von geringerem Durchmesser, und zwar von 35 cm von dieser Art angegriffen gesehen. Die Art lebte dort in Gesellschaft mit *Poecilonota conspersa* Gyll." — Später, 1939/40, wurde die Art noch zum dritten Male ziemlich reichlich an großen Espen im Kirchsp. Helsinki unweit der Hauptstadt beobachtet (Stockman, mündl. Mitteilung).

Agrilus ater ist anscheinend auch anderwärts eine ziemlich seltene Art. In den anderen nordischen Ländern ist sie überhaupt nicht bekannt (Krogerus 1922, Hellén 1939) und auch in den übrigen Teilen Europas dürfte sie selten sein (Reitter 1911, S. 193). Es hat den Anschein, als sei die Art wenigstens früher nicht als Schädling bekannt gewesen. Indem nun ihre Verheerungen in Lapinjärvi einen nicht geringen Umfang aufwiesen — waren doch mehrere Dutzend große Espen in beginnender Vertrocknung begriffen —, verdient das Auftreten der Art als Schädling der Espe beachtet zu werden.

Auftreten und Verhältnis zu den anderen Arten

Neben *Agrilus ater* wurden an den untersuchten Espen auch mehrere andere Espenschädlinge angetroffen. Die wichtigsten von diesen waren *Saperda carcharias* L. und *S. perforata* Pall. sowie *Xylotrechus rusti-*

cus L., *Cryphalus bispinulus* Egg., *Xyleborus cryptographus* Ratzb. und *Poecilonota variolosa* Payk. Von Pilzen ist außerdem der Hallimasch, *Armillaria mellea* (Vahl) zu erwähnen. Außer den genannten Schädlingen hausten in den Bäumen, als Begleiterscheinung der Schäden, auch mehrere andere völlig sekundäre und im übrigen belanglose Arten. Alle diese Arten traten indessen hinsichtlich ihres Primärauftretens von Fall zu Fall recht verschiedenwertig auf und waren in dieser Beziehung auch untereinander sehr verschieden. Das Auftreten von *Agrilus ater* war dagegen in großen Zügen ziemlich gleichmäßig.

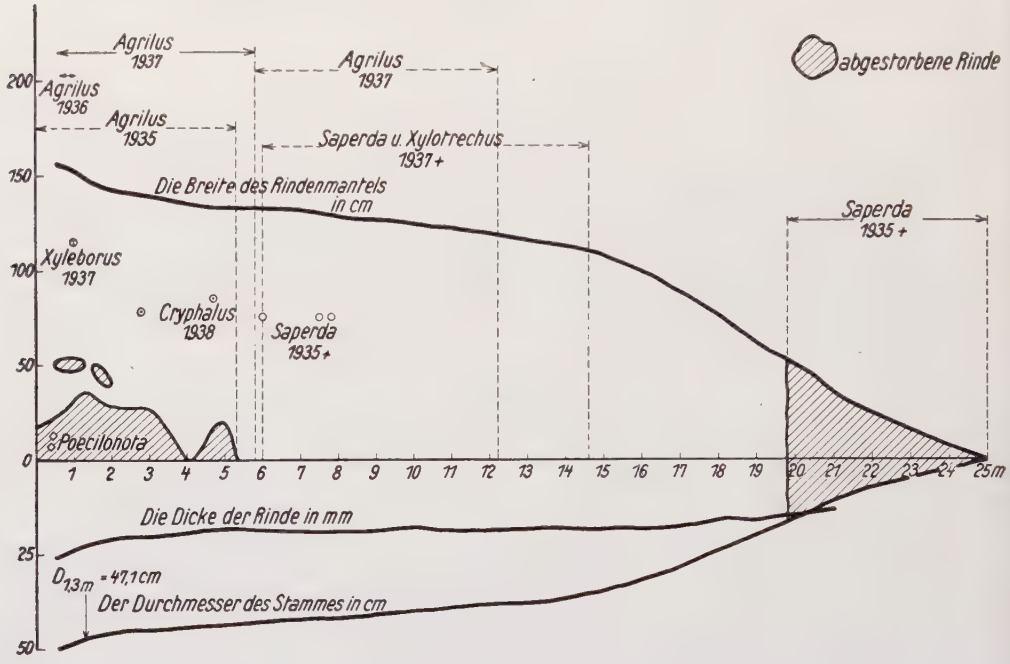


Abb. 1

Zur Klärung der gegenseitigen Beziehungen von *Agrilus ater* und seinen Begleitarten ebenso wie der Bedeutung der Art für den Vertrocknungsprozeß der Espe wurden mehrere entomologische Analysen (Trägårdh 1923, Kangas 1934) durchgeführt und in Verbindung damit Kartenbilder der ausgebreiteten Rindenmäntel entworfen. Als Objekte wurden auf möglichst verschiedenen Stadien der Vertrocknung stehende Bäume, von gänzlich vertrockneten, deren Rinde sich schon teilweise abgelöst hatte, bis zu solchen, die äußerlich noch durchaus gesund wirkten, gewählt. Drei von diesen Analysen dienen als Grundlage für die folgende Darstellung.

Der erste als Beispiel gewählte Fall (Abb. 1) betrifft einen Baum, der, besonders im Wipfelteil, anscheinend noch nicht viel von seiner ursprünglichen Lebenskraft eingebüßt hatte, trotzdem der letzte Wipfelabschnitt

bei der Durchführung der Analyse im Juni 1938 auf einem Abschnitt von 5 m bereits in großen Zügen vertrocknet war. Am unteren Teil des Stammes, vorwiegend an der Sonnseite, befand sich nur ein schmaler, höchstens etwa 30 cm breiter, inwendig angeschwärzter Rindenteil, der sich, nur mit einmaliger Unterbrechung, bis etwas über 5 m nach oben erstreckte, ferner ein paar voneinander getrennte, schwärzliche Flächen an den Rändern. Auch die Rinde des vertrockneten Wipfelabschnittes hatte sich geschwärzt, stellenweise war sie sogar schon vertrocknet. Im ganzen betrachtet war aber der Rindenmantel auf der ganzen Länge des Stammes größtenteils frisch, der Bast und das Kambium weiß, mit scharf abgesetzten Fraßbildern der Schädlinge.

Der eigentliche Vertrocknungsprozeß hatte bereits im Jahre 1935 begonnen. Im vertrockneten Wipfelteil und am Stammgrunde waren wohl hier und da auch Larvengänge des vorhergehenden Jahres zu bemerken. Vermutlich ganz gleichzeitig hatten sich im Baume *Agrilus ater* (am Stammgrund) und *Saperda*, wahrscheinlich *S. perforata* (im oberen Wipfelabschnitt, zunächst offenbar an Stellen abgebrochener Äste), eingefunden. Die erstgenannte Art hatte den unteren Stammteil bis etwa 5 m hinauf besiedelt. Ebenso hat die *Saperda*-Art den obersten Wipfelabschnitt auf einer Strecke von ungefähr 5 m in ihren Besitz genommen, vereinzeltes Vorkommen dieses Schädlings im gleichen Jahr war wohl in den Astnarben weiter unten am Stamm zu bemerken. Im folgenden Jahre (1936) schien *Agrilus ater* nur ziemlich spärlich aufgetreten zu sein, im Wipfel dagegen hatte die *Saperda*-Art ihre Arbeit ungeschwächt fortgesetzt und offenbar schon zu jener Zeit ein rasches Fortschreiten des Vertrocknungsprozesses bewirkt. Im Jahre 1937 war *Agrilus ater* wieder am ganzen früher befallenen Stammgrund und vereinzelt und zerstreut auch höher hinauf, bis 12 m, am Stamm vorhanden. Auch die *Saperda*-Art nebst *Xylotrechus rusticus* war nun in den eigentlichen Stammteil vorgedrungen, wo man ihre Spuren zerstreut in einer Stammhöhe von 6—14,5 m, besonders bei den Astnarben antraf. Ähnlich war das Bild der Analyse auch im Jahr 1938, desgleichen setzte *Saperda perforata* ihr Auftreten im vertrockneten Wipfelteil unverändert fort. Auch getrennte kleine Vorkommen von *Xyleborus cryptographus* und *Cryphalus bispinulus* waren schon im Jahre 1937 im Stammteil vorhanden. Das Laub hatte sich aber, wenn man vom vertrockneten Wipfelabschnitt absieht, noch im Juni 1938 durchaus normal entwickelt. Lediglich im Bereich des vorjährigen Auftretens von *Agrilus ater* war eine Schwärzung der Rinde eingetreten.

Es ist zu bemerken, daß *Agrilus ater* sehr zahlreich nur im Bereich der best entwickelten, noch mindestens 20 mm dicken Rinde auftrat, während schon 16—17 mm dicke Rindenstellen von ihm gemieden wurden. Auch *Xylotrechus rusticus* schien im Wipfel lediglich die dicksten Rindenstellen aufzusuchen. Das Auftreten von *Xyleborus cryptographus* wiederum

beschränkte sich einzig auf den dicksten Rindenbereich des untersten Stammgrundes.

Die zweite Analyse (Abb. 2) bezieht sich auf einen Fall, wo der Vertrocknungsprozeß an der Espe deutlich von unten nach oben fortschreitet. Das Auftreten der Schädlinge ist dem vorher beschriebenen völlig gleich; es läßt sich aber nun einwandfrei nachweisen, daß *Agrilus ater* ein Jahr früher als die *Saperda*-Art im Baum erschienen ist. Diese Analyse läßt in Übereinstimmung mit der vorhergehenden erkennen, daß *Agrilus ater* seinem Charakter nach ziemlich primär stets nur im Gebiet der frischen Rinde auftritt. Besonders *Xyleborus cryptographus* und *Xylotrechus rusticus*, welch letztgenannte Art im Untersuchungsgebiet überaus reichlich auftrat, bewirken dann eine rasche Vertrocknung der Rinde an den Angriffsstellen. Diese war auch bereits bis 6 m hinauf ziemlich vollständig geschwärzt. *Cryphalus bispinulus* war im Wipfelteil dieses Baumes ziemlich reichlich zu finden und konnte offenbar auch einen fördernden Einfluß auf den Vertrocknungsprozeß gehabt haben, wenngleich die Art im Gebiet meist völlig sekundär auftrat. Der Baum war in seinem oberen Teil inwendig faul und die Spechte hatten auch schon die Gelegenheit benutzt, dort ihre Nisthöhlen anzulegen. Als Folge des frühen Todes

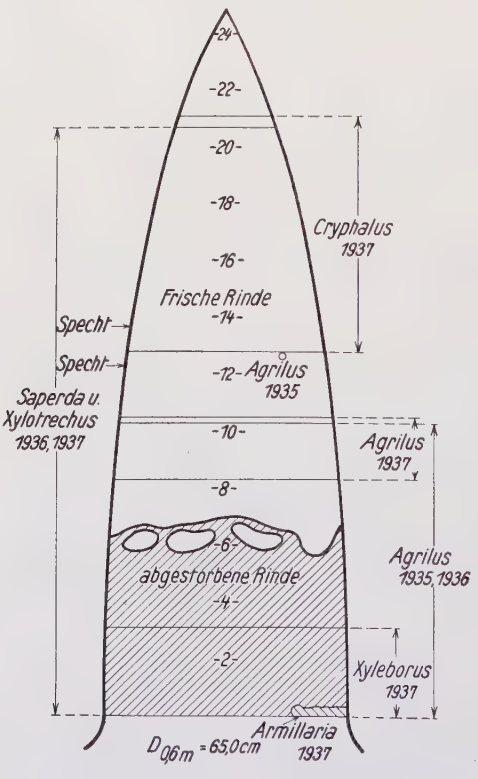


Abb. 2

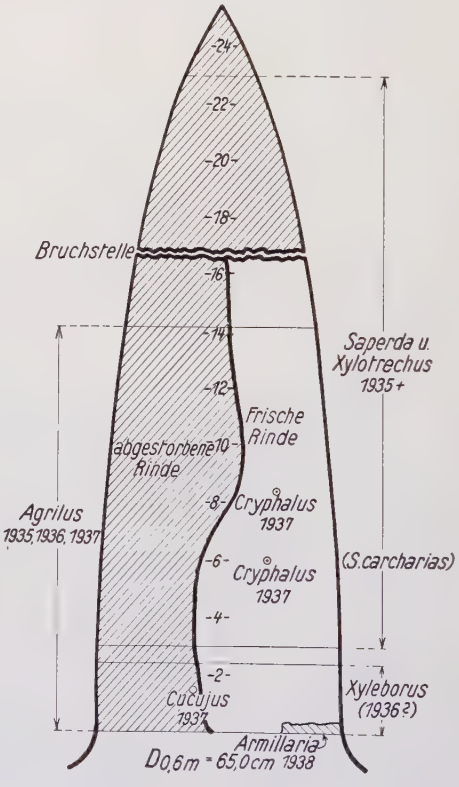


Abb. 3

des basalen Stammteiles hatte sich der Hallimasch daselbst schon im Jahre 1937 eingefunden. Der Wipfel hatte sich noch im Jahr der Analyse (1938) mäßig gut, wenngleich einigermaßen undicht belaubt. Es scheint aber, als wäre die endgültige Vertrocknung des Baumes vielleicht auch noch im Jahre 1938 nicht unabwendbar gewesen.

Als drittes Beispiel (Abb. 3) führen wir einen schon nahezu vertrockneten Baum an, dessen Wipfel im Winter 1936/37 vom Sturm gebrochen und zu Boden gestürzt war. Dieser Fall veranschaulicht uns einen abweichenden Verlauf des Vertrocknungsprozesses. Als erste hatten sich, zumindest schon im Jahre 1935, möglicherweise auch schon früher, *Agrilus ater* und *S. carcharias* zusammen mit der erstgenannten Art, eingefunden. *Xylotrechus rusticus* hat den Baum offenbar ein Jahr später besiedelt. *Saperda carcharias* hat sich indessen ausschließlich auf den basalen Teil des Stammes beschränkt und tritt auch dort, allerdings selbst bis in die Höhe von 12 m, nur zerstreut auf. Diese sämtlichen Arten haben auch in den folgenden Jahren den Vertrocknungsprozeß fortdauernd aufrechterhalten, und zwar ist dieser infolge der Art des Auftretens von *Agrilus ater* (Ancey 1870, Krogerus 1922) vorwiegend einseitig. Auch noch im Jahr der Analyse (1938) setzt sich das Auftreten der Arten über die ganze Länge des Stammes fort. Erst im Jahre 1937 haben sich *Xyleborus cryptographus* — der sich möglicherweise auch schon im vorhergehenden Jahre an der Stelle befunden hat — und *Cryphalus bispinulus* (vereinzelt) im Baum eingefunden. Der Hallimasch war im Jahre 1938 erst ganz sekundär im Baum erschienen. Da der Baum schon vorher seinen Wipfel im Sturm verloren hatte, war die Vertrocknung auch aus diesem Grunde ziemlich rasch fortgeschritten.

Über die Biologie

Aus den oben dargestellten Analysen dürfte hervorgehen, daß *Agrilus ater* offenbar als einer der primärsten Espenschädlinge zu betrachten ist. Von seinen Begleitarten sind vor allem *Saperda carcharias* sowie auch *Poecilonota variolosa* zu erwähnen. Nach einigen anderen Analysen gehört auch *Trochilium apiformis* Cl. in die gleiche Kategorie. *Agrilus ater* greift hauptsächlich die unteren Stammabschnitte stattlicher, wenigstens äußerlich noch gesunder Espen an. Das gleiche wird auch durch den eingangs erwähnten späteren Fund von Stockmann bezeugt, denn auch nach seiner Beobachtung trat die Art in starken, gesunden Espen besonders in Gesellschaft mit *Poecilonota variolosa* auf; als weitere, obwohl seltene Begleitart wurde hier *Acanthoderes clavipes* Schrk. festgestellt. Jedenfalls ist *Agrilus ater* wenigstens in den meisten Fällen als erster Schädling entweder allein oder zusammen mit *Poecilonota variolosa* oder *Saperda carcharias* (und *S. perforata?*) oder auch mit beiden zugleich im Baum aufgetreten.

Krogerus (1922) hat bereits die Biologie der Art kurz geschildert. Die Schwärmzeit fällt in die erste Hälfte des Monats Juli. Über die Eiablage finden wir eine Schilderung bei Ancey (1870). Die Larven legen ihre waagrechten, quer gegen das Holz verlaufenden und oft außerordentlich dichtgehäuften Gänge im Kambium an (Abb. 4 und 5). Die Gänge greifen nicht nennenswert in das Holz ein, berühren nur bisweilen ganz leicht den Splint (Krogerus 1922); der Hauptsache nach befinden sie sich an der Grenze des Bastes und des Kambiums. Zur Verpuppung bohren sich die erwachsenen Larven in die harte Rinde des Stammgrundes ein; der Gang verläuft bisweilen erst in einigen Krümmungen, um schließlich in eine schräg nach oben und gegen die Rindenoberfläche gerichtete Puppenwiege zu endigen, die nur noch eine ganz dünne Rindenschicht von der Außenwelt trennt. Die Art verpuppt sich also nie, wie viele andere Arten der Gattung, im Holz selbst. Das Ausschlüpfen erfolgt bald nach der spätestens anfangs Juni stattgefundenen Verpuppung, das Puppenstadium ist also recht kurz. Ende Mai befinden sich die Larven im allgemeinen noch als solche in ihren Puppenwiegen.

Krogerus (1922) gibt als Generationsdauer der Art bei uns 3 Jahre an. Eine so lange Generationsdauer dürfte indessen auf Grund der in Lapinjärvi gemachten Beobachtungen nicht vorliegen. Im Gegenteil scheint sich die Generationsdauer mit derjenigen z. B. von *Agrilus viridis* L. und *A. mendax* Mannh. zu decken. Es ist möglich, daß sie bei *A. ater*, wenigstens in manchen Fällen, 2 Jahre beträgt.

In den Larvengängen der Art wurde recht häufig eine kleine Staphylinide, *Cyphea curtula* Er. angetroffen, selten auch *Homalota plana* Gyll.

Abb. 4. Larvengänge von *Agrilus ater* im Kambium und Bast einer lebenden, gesunden Espe Lapinjärvi 1938. Aufnahme Esko Kangas

Abb. 5. Oberfläche einer vertrocknenden Espe nach Beseitigung der Rinde. Fraßgänge von *Agrilus ater* in dichter Verteilung. Lapinjärvi 1938. Aufnahme Esko Kangas

Auch die Histeride *Platysoma deplanatum* Gyll. war in den Gängen zu finden. Dagegen schien sich der seltene *Cucujus cinnabarinus* Scop. an die Fraßgänge von *Xyleborus cryptographus* zu halten. Oft wurden *Agrilus ater*-Larven tot, offenbar von einer Pilzkrankheit getötet, in den Gängen gefunden; dieser vermehrungshemmende Faktor war im Untersuchungsgebiet von recht großer Bedeutung. Von Parasiten der Art konnte nur die prächtige Braconide *Ipobracon (Atanycolus) nigrator* Zett.[1]) festgestellt werden.

Literatur

Ancey, 1870, L'Abeille. Memoires d'Entomologie par M. S. A de Marsenl. Tome VII. Paris.

Hellén, W., 1939, Catalogus Coleopterorum Daniae et Fennoscandiae (von W. Hansen, W. Hellén, A. Jansson, Th. Munster und A. Strand). Societas pro Fauna et Flora Fennica. Helsinki.

Kangas, Esko, 1934, Über entomologische Analysen und ihre Anwendung. Acta Forestalia Fennica 40. Helsinki.

— —, 1940, Aspens avtorkning belyst av entomologiska analyser. Entomologiske Meddelelser. København.

Krogerus, Rolf, 1922, Studien über Agrilus-Arten I und II. Notulae Entomologicae II. Helsinki.

Reitter, Edm., 1911, Fauna Germanica. Die Käfer des Deutschen Reiches Bd. III. Stuttgart.

Trägårdh, Ivar, 1923, Mål och medel inom skogsentomologien. Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt 20. Stockholm.

[1]) Det. W. Hellén.

Über Parthenogenese bei forstschädlichen Otiorrhynchusarten in den während der Eiszeit vergletscherten Gebieten der Ostalpen

Von

Else Jahn, Wien

(Mit einer Karte)

Das Vorkommen von Parthenogenese bei verschiedenen Arten der Gattung *Otiorrhynchus* ist seit langem bekannt und wurde bei manchen Arten auch durch Zuchtexperimente nachgewiesen. In einer von Székessy im Jahre 1937 erschienenen Arbeit sind alle Arten angeführt, bei denen Parthenogenese bisher festgestellt wurde. Bei jenen *Otiorrhynchus*-Arten, die als Forstschädlinge auftreten, ist Parthenogenese bisher von *Otiorrhynchus ovatus* L., *Ot. perdix* Ol. und *Ot. ligustici* L., bekannt. Bei den Arten *Otiorrhynchus ovatus* L. und *Ot. ligustici* L. wurde Parthenogenese durch Zuchtexperimente nachgewiesen, bei *Ot. perdix* Ol. wurde auf Parthenogenese durch das Fehlen von Männchen geschlossen. Bei *Otiorrhynchus ligustici* L. stellte Wassiliew in der Umgebung von Jekaterinoslaw das alleinige Vorkommen von Weibchen fest. Zuchtversuche erwiesen das Vorhandensein von thelytoker Parthenogenese, d. h. aus unbefruchteten Eiern gehen nur Weibchen hervor. Die anatomische Untersuchung ergab das Fehlen von Spermien im Receptaculum seminis. Bei *Otiorrhynchus ovatus* L. wurde durch Zuchtversuche von Spessivtseff ebenfalls thelytoke Parthenogenese nachgewiesen. Von *Otiorrhynchus ovatus* L. und *Ot. ligustici* L. sind nach mündlicher Mitteilung von Holdhaus im ganzen Raum der Ostalpen nur Weibchen gefunden worden. Es darf daraus geschlossen werden, daß die Fortpflanzung dieser Arten hier allgemein durch Parthenogenese erfolgt.

Im Zuge noch nicht veröffentlichter anatomischer und tiergeographischer Untersuchungen an der Coleopterengattung *Otiorrhynchus* Germ., die ich auf Anregung von Holdhaus durchführte, fiel es mir besonders bei einigen auch in den Ostalpen vorkommenden Arten auf, daß diese in ganz bestimmten begrenzten Teilen der Ostalpen nur durch Weibchen, an anderen wenigen hingegen durch Männchen und Weibchen vertreten waren. Alle Gebiete, in denen von diesen

Arten nur Weibchen allein vorkamen, lagen fast durchweg in dem während der Eiszeit vergletscherten Teil der Ostalpen, dagegen waren diese Arten in dem ehemals nicht vergletscherten Teil der Ostalpen mit beiden Geschlechtern vertreten (vgl. Karte). Es handelt sich um folgende Arten: *Ot. foraminosus* Boh., *Ot. chalceus* Stierl., *Ot. scaber* L., *Ot. azaleae* Pen., *Ot. alpicola* Boh., *Ot. salicis* Ström., *Ot. auricomus* Germ. und *Ot. chrysocomus* Germ. Zu ihnen gehören also auch einige Forstschädlinge, und zwar: *Ot. chrysocomus* Germ., *Ot. scaber* L. und *Ot. salicis* Ström. Von den als Forstschädling eine Rolle spielenden *Otiorrhynchus*-Arten seien im folgenden die Fundorte der rein parthenogenetischen Formen und der zweigeschlechtlichen Formen angeführt:

Otiorrhynchus chrysocomus Germ.

Von dieser *Otiorrhynchus*-Art wurden im größten Teil ihres Fortpflanzungsgebietes nur Weibchen gesammelt. Anschließend eine Liste der Fundorte, von denen nur Weibchen vorhanden waren:

Wechselgebirge, Kirchberg am Wechsel, Hochschwab, Zirbitzkogel, Königstuhl, Dobratsch, Goldeck in den Gailtaler Alpen, Wolkenstein in Tirol, Stubai in Tirol, Siebenbürgen.

Männchen wurden nur auf der Koralpe (an der Grenze von Steiermark und Kärnten) und auf der Stubalpe (südlich von Judenburg) festgestellt. Von der Koralpe fanden sich unter 74 Exemplaren 15 Männchen, von der Stubalpe unter 34 Exemplaren 10 Männchen.

Otiorrhynchus chrysocomus Germ. trat nach Schimitschek im Jahre 1936 in Glein bei Knittelfeld in Steiermark an jungen Fichten- und Zirbenkulturen in Massen auf und wurde durch Befressen der jungen Triebe und Nadeln schädlich. Im Befallsgebiet wurden je Hektar im Durchschnitt 5000 Käfer gesammelt.

Von den noch im forstentomologischen Institut in Wien vorhandenen Exemplaren sezierte ich eine Anzahl und stellte dabei das Vorhandensein von 50 % Männchen fest. Es ist nun interessant, daß im Gebiet des Massenauftretens dieses Schädlings das Verhältnis der Männchen zu den Weibchen 1 : 1 war, während im übrigen Verbreitungsgebiet die Männchen überhaupt fehlten oder wo sie vorkamen, im Verhältnis zu den Weibchen weit zurück traten. Da beim Zustandekommen der Massenvermehrung einer Tierart optimale Lebensbedingungen für diese vorliegen, so scheint das zahlreiche Auftreten von Männchen bei dieser Massenvermehrung auf deren Abhängigkeit von günstigen Umweltverhältnissen hinzuweisen.

Otiorrhynchus scaber L.

Parthenogenese wurde bei dieser Art schon von Penecke festgestellt. Mir lagen Männchen nur aus der Umgebung von Graz, vom Wechselgebiet und der Koralpe vor. Penecke führt noch ein einzelnes Männchen von der Bürgeralm bei Aflenz (Hochschwabgebiet) und ebenfalls Männchen aus der Umgebung von Graz an. In den zur Eis-

zeit vergletschert gewesenen Gebieten der Ostalpen wurden nur Weibchen gefunden.

Ot. scaber tritt nach Escherich gelegentlich als Schädling an jungen Tannen- und Fichtenpflanzen auf, bei denen er Nadel- und Rindenfraß verursacht.

Otiorrhynchus salicis Ström.

Diese *Otiorrhynchus*-Art pflanzt sich nach Holdhaus im größten Teil ihres Verbreitungsgebietes so in Nordeuropa, der Schweiz, in den Sudeten, Karpathen und auf der Balkanhalbinsel parthenogenetisch fort, für die Alpen war jedoch das Vorkommen der zweigeschlechtlichen Form angegeben. Nun wurde auch für zwei Fundorte der Ostalpen das Vorkommen der parthenogenetischen Form festgestellt, und zwar für die Innerkrems (Königsstuhlgebiet) und für den obersten Sifflizgraben (Goldeckgebiet). Hier fanden sich selbst unter großen aufgesammelten Serien keine Männchen. Holdhaus sammelte in der Innerkrems 400 Exemplare, die sich alle als Weibchen erwiesen. Ich selbst sammelte im Sifflizgraben 26 Stück, die ebenfalls Weibchen waren. Männchen von *Ot. salicis* lagen vor: aus dem Bachergebirge, Frohnleiten (Steiermark), Stubalpe, Wechselgebirge, Zirbitzkogel, Wöllanernock in den niederen Tauern, Aussee, Mondsee, Innsbruck, Rhätikon. Bei *Ot. salicis* geht also die zweigeschlechtliche Form in manchen Gebieten wie Innsbruck, Rhätikon, Aussee, Wöllanernock in das zur Eiszeit vergletschert gewesene Gebiet hinein. Vorwiegend liegen jedoch die Fundorte der Männchen dieser Art in den „massifs de refuge“ (siehe Abbildung). Die beiden Fundstellen, von denen nur Weibchen vorlagen, lagen aber auch im Gletschergebiet der Eiszeit, wie bei den anderen hier besprochenen *Otiorrhynchus*-Arten. Im übrigen wird es bei *Otiorrhynchus salicis* noch zahlreicher Aufsammlungen bedürfen, um das Wohngebiet der parthenogenetischen von der zweigeschlechtlichen Form genau abzugrenzen.

Nach Seitner verüben die Imagines von *Ot. salicis* schartigen Nadelfraß an Zirbennadeln. Zirbitzkogel, Steiermark, Hintertux (Tirol).

Otiorrhynchus chalceus Stierl.

Es sei hier noch das Verhalten der sehr interessanten Art *Ot. chalceus* Stierl. geschildert, die zwar als Forstschädling keine Bedeutung hat, aber die Gesetzmäßigkeit des Auftretens der parthenogenetischen Form im ehemals vergletscherten Gebiete und der zweigeschlechtlichen Form im unvergletscherten Gebiete besonders deutlich erkennen läßt.

Männchen lagen nur aus den Karawanken (Stougebiet, Obir) vor.

Weibchen lagen vor: Gailtaler Alpen (Dobratsch), Karnische Alpen (Woleyersee), Lienzer Dolomiten (Hochstadl), Dolomiten (Rolle Paß, Mte. Civetta, Mte. Antelao), Mte. Bondone, westlich von Trient, Brentagruppe (Passo Grostè), Nördliche Kalkalpen (Hochschwab), Niedere Tauern (Lungauerkalkspitz), Hohe Tauern (Großglockner, Mallnitz).

Für die übrigen Arten, die als Forstschädlinge keine Rolle spielen, könnten die Fundorte ebenfalls angeführt werden, sie sollen jedoch hier aus Raumersparnis nicht wiedergegeben werden. Aus der beigegebenen Karte sind auch für die übrigen Arten die Fundorte der zweigeschlechtlichen Formen zu entnehmen (Abb. 1).

Die Grenze des vom ewigen Schnee bedeckten Gebietes während der Würm-Eiszeit und Grenze der aperen Teile der Gletscher (Gletscherzungen) wurden der Karte „die Alpen während der Würm-Eiszeit" von Heberdey entnommen.

In der Karte ist die Alpengrenze durch eine starke, voll ausgezogene Linie angegeben. Die Grenze des ewigen Schneegebietes ist dünn voll ausgezogen, die Grenze der aperen Gletscher strichliert. Das Gebiet, das zwischen dem vom ewigen Schnee ehemals bedeckten Gebiet der Alpen und der Alpengrenze liegt, ist schraffiert dargestellt, es umfaßt die nicht vom ewigen Schnee bedeckt gewesenen Teile der Alpen. Die Fundorte der zweigeschlechtlichen Formen der besprochenen *Otiorrhynchus*-Arten sind mit Ziffern, deren jede einer der Arten entspricht, in der Karte kenntlich gemacht. Hingegen wurden die Fundorte der parthenogenetischen Formen in die Karte nicht eingetragen, da sie fast durchweg in dem während der Eiszeit von ewigem Schnee bedeckt gewesenen Gebieten liegen. In dem auf der Karte schraffierten Gebiete liegen die sogenannten „massifs de refuge". Diese „Massifs de refuge" besaßen nach Holdhaus „im Gegensatz zu den in intensivster Weise vergletscherten zentralen und nördlichen Teilen der Alpen während der ganzen Dauer der Eiszeit umfangreiche, eisfreie Areale, und die hohe Lage der eiszeitlichen Schneegrenze entlang des Südrandes und Südostrandes der Alpen ermöglichte das Vorkommen von Wäldern (und zwar auch von Laubwald) in den tiefen Lagen dieser Randberge. Ebenso wie in der Gegenwart trug der Südrand der Alpen zweifellos auch während der Eiszeit zahlreiche xerothermische Lokalitäten, auf welchen in südlicher Lage und geschützter Exposition eine relativ wärmebedürftige Lebewelt zu persistieren vermochte. Auf diesen ‚massifs de refuge' konnte daher während der ganzen Dauer der Eiszeit eine artenreiche Montanfauna Zuflucht finden und so bis in die Gegenwart erhalten bleiben. Die ‚Massivs de refuge' tragen daher gegenwärtig eine überaus reiche Montanfauna, während die nicht im Bereich der ‚massifs de refuge' gelegenen Teile der Alpen eine um vieles ärmere und auf weite Erstreckung überaus monotone Gebirgsfauna beherbergen."

Aus der Karte ist eindeutig zu ersehen, daß das Wohngebiet der zweigeschlechtlichen *Otiorrhynchus*-Formen wie ein Gürtel das zur Eiszeit vergletscherte Gebiet, also das Wohngebiet der parthenogenetischen Formen umgibt. Übereinstimmend ergab sich für die Arten *Ot. foraminosus* Boh., *Ot. chalceus* Stierl., *Ot. scaber* L., *Ot. azaleae* Pen., *Ot. auricomus* Germ. und *Ot. chrysocomus* Germ., daß in dem Auftreten der parthenogenetischen und der zweigeschlechtlichen Formen eine be-

stimmte Gesetzmäßigkeit herrschte. Die zweigeschlechtliche Form tritt nur in jenen Teilen der Alpen auf, die während der Eiszeit nicht vergletschert waren und das ehemalige Gletschergebiet hauptsächlich im Süden und Osten wie ein Gürtel umgeben, vorwiegend finden sie sich in den „massifs de refuge". Die parthenogenetische Form findet sich dagegen in den während der Eiszeit vergletscherten Gebieten. (Bei *Ot. salicis* dagegen ist das Vorkommen von Männchen auch für mehrere während der Eiszeit stark vergletscherte, Alpengebiete festgestellt. Von *Ot. alpicola* leben Männchen in den Karawanken, julischen Alpen und südlichsten Dolomiten, aber auch am Dobratsch, welcher ganz von Gletscherströmen umflossen war. In den übrigen, stark vergletscherten Teilen der Ostalpen, so im Bereich der nördlichen Kalkalpen und Zentralalpen, sowie im zentralen und nördlichen Teil der Dolomiten wurden bisher von *Ot. alpicola* ausschließlich Weibchen gefunden.)

Aus diesen an zahlreichen Sammelreihen nachgewiesenen Tatsachen darf geschlossen werden, daß die Männchen ungünstigen Umweltverhältnissen leichter unterliegen als die Weibchen, die eine größere ökologische Valenz besitzen dürften. Damit darf das Auftreten weiter verbreiteter Arten in parthenogenetischen Formen in den hohen Lagen der Hochgebirge und des hohen Nordens erklärt werden. Es mag natürlich auch eine Anpassung der Weibchen an die geänderten Umweltbedingungen stattgefunden haben.

Es darf angenommen werden, daß sich bei vielen *Otiorrhynchus*-Arten der höheren Gebirgslagen während der Eiszeit im Umkreis der großen Gletschermassen unter Einfluß der unwirtlichen Verhältnisse parthenogenetische Formen, die man wohl als biologische Rassen auffassen kann, herausgebildet haben. Es muß angenommen werden, daß sich dann in postglazialer Zeit nur die parthenogenetische Rasse an der Wiederbesiedlung des devastierten Areals beteiligte. Es ist ohne weiteres verständlich, daß eine Rasse, die sich parthenogenetisch fortpflanzen kann, eine viel größere Ausbreitungsfähigkeit besitzt als jene Formen, bei welchen zur Fortpflanzung Männchen benötigt werden. Auch unter den boreoalpinen Otiorrhynchen finden sich zwei Arten, welche sich in ihrem ganzen nordeuropäischen Verbreitungsgebiet parthenogenetisch fortpflanzen, dies sind *Ot. dubius* Ström. und *Ot. salicis* Ström. Auch hier war bei der Rückwanderung der Art in das während der Eiszeit devastierte Areal die parthenogenetische Vermehrung offenbar sehr vorteilhaft.

Von Interesse ist, daß im Massenvermehrungsgebiet des *Ot. chrysocomus* auf der Gleinalpe bei Knittelfeld das Geschlechtsverhältnis eins zu eins war. Da Massenvermehrungen einer Art stets unter eben für diese Art besonders günstigen Umweltsbedingungen zustande kommen, spricht der Männchenanteil von 50 % dafür, daß das Auftreten der Männchen an günstige Umweltsverhältnisse gebunden ist.

Es soll nun aus diesen Tatsachen nicht die allgemeine Folgerung gezogen werden, daß sich *Otiorrhynchus*-Arten nur unter ungünstigen Verhältnissen parthenogenetisch fortpflanzen; so pflanzt sich z. B. *Ot. turca* Boh. auf der Halbinsel Krim unter zweifellos günstigen Umweltverhältnissen ausschließlich parthenogenetisch fort. Treten aber innerhalb einer *Otiorrhynchus*-Art parthenogenetische und zweigeschlechtliche Fortpflanzungsformen auf, so lebt die parthenogenetische Form unter ungünstigeren Bedingungen als die zweigeschlechtliche.

Zusammenfassung

1. Parthenogenese ist bei verschiedenen Arten der Gattung *Otiorrhynchus* seit langem bekannt.
2. Innerhalb des Bereiches der Ostalpen gibt es *Otiorrhynchus*-Arten, die parthenogenetische und zweigeschlechtliche Formenkreise aufweisen.
3. Die parthenogenetische und die zweigeschlechtliche Form dieser *Otiorrhynchus*-Arten treten in bestimmten, abgegrenzten Gebieten der Alpen auf, und zwar trifft man die zweigeschlechtliche Form im zur Eiszeit gletscherfreien Teil der Alpen, vorwiegend in den „massifs de refuge" an, während die parthenogenetische Form das alpine Gletschergebiet der Eiszeit besiedelt.
4. Im Massenvermehrungsgebiet des *Ot. chrysocomus* war das Zahlenverhältnis der Männchen zu den Weibchen eins zu eins. Im ehemals vergletscherten Gebiet fehlten die Männchen dieser Art durchwegs und auch in den „massifs de refuge" standen sie zahlenmäßig weit hinter den Weibchen zurück.
5. Aus all dem wird geschlossen, daß die Weibchen dieser *Otiorrhynchus*-Arten eine größere ökologische Valenz besitzen als die Männchen. Männchen treten erst unter für die Art günstigen Umweltverhältnissen auf.
6. Von Forstschädlingen gehören in diese Gruppe: *Otiorrhynchus chrysocomus* Germ., *Otiorrhynchus scaber* L. und *Otiorrhynchus salicis* Ström.

Literatur

Escherich, K., Forstinsekten Mitteleuropas II. Bd. Berlin 1923.

— — Ein wenig bekannter Tannenschädling (*Otiorrhynchus scaber* L.). Forstwissenschaftl. Centralbl. 50. Jahrg., 1928.

Holdhaus, K., Die geographische Verbreitung der Insekten. In Schröder, Handbuch der Entomologie Bd. II, 1929.

Holdhaus, K., u. Lindroth, C. H., Die europäischen Coleopteren mit borealpiner Verbreitung. Aus: Annalen d. nat. hist. Mus. in Wien 1939.

Jahn, E., Anatomische und tiergeographische Untersuchungen an der Coleopterengattung *Otiorrhynchus* Germ. Dissertation. Universität Wien 1939.

Schimitschek, E., Seitners Bearbeitung der Insektenschädlinge der Zirbe. Zeitschr. f. angew. Entomologie Bd. XXV, S. 111—124.

— — Forstschädlingsauftreten in Österreich. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen, 63. Jahrg., Jän. 1937, Heft 1.

Spessivtseff, Beitrag und Kenntnis zur Morphologie und Lebensweise von *Ot. ovatus* L. Medd. Stat. Skogsförsökanstalt. Stockholm 1923.
Ssilantjew, Über einen sicheren Fall von Parthenogenese bei einem Käfer (*Ot. turca* Boh.). Zool. Anz. Bd. 29, 1906.
Szekessy, W., Über Parthenogenese bei Coleopteren. Biologica generalis Bd. XII, Lief. II.
Wassiliew, I. W., Ein neuer Fall von Parthenogenese in der Familie der Curculioniden. Zool. Anz. Bd. 34, 1909.

Erläuterungen zur Abbildung

——— Alpengrenze

- - - - - Schneegrenze des vom ewigen Schnee bedeckten Gebietes während der Würm-Eiszeit

——— Grenze der aperen Teile der Gletscher (Gletscherzungen).

//////// Das zwischen der Alpengrenze und den vergletscherten Teilen der Alpen gelegene während der Eiszeit nicht von ewigem Schnee bedeckte Gebiet; gleichzeitig derzeitiges Verbreitungsgebiet der zweigeschlechtlichen Formen der *Otiorrhynchus*-Arten Nr. 1—8.

1. *Otiorrhynchus foraminosus* Boh.
   Männchen lagen vor: Mte. Verzegnis (Venezianer Alpen), Mte. Raut (Venezianer Alpen), Mte. Cavallo (Venezianer Alpen).
2. *Otiorrhynchus chalceus* Stierl.
   Männchen lagen vor: Obir (Karawanken), Stougebiet (Karawanken).
3. *Otiorrhynchus scaber* L.
   Männchen lagen vor: Wechselgebiet, Graz, Koralpe
4. *Otiorrhynchus azaleae* Pen.
   Männchen lagen vor: Turnau, nördliche Steiermark, Koralpe.
5. *Otiorrhynchus alpicola* Boh.
   Männchen lagen vor: Petzen, Karawanken, Dobratsch, Gailtaleralpen, Triglav, Julische Alpen, Mte. Pavione, südliche Dolomiten.
6. *Otiorrhynchus salicis* Ström.
   Männchen lagen vor: Bachergebirge, Frohnleiten, Steiermark, Stubalpe, Wechselgebirge, Zirbitzkogel, Wöllanernock, Niedere Tauern. Mondsee, Aussee, Innsbruck, Rhätikon.
7. *Otiorrhynchus auricomus* Germ.
   Männchen lagen vor: Obir (Karawanken), Petzen (Karawanken).
8. *Otiorrhynchus chrysocomus* Germ.
   Männchen lagen vor: Glein bei Knittelfeld, Steiermark, Stubalpe, südlich Judenburg, Steiermark, Koralpe, Grenze von Steiermark und Kärnten.

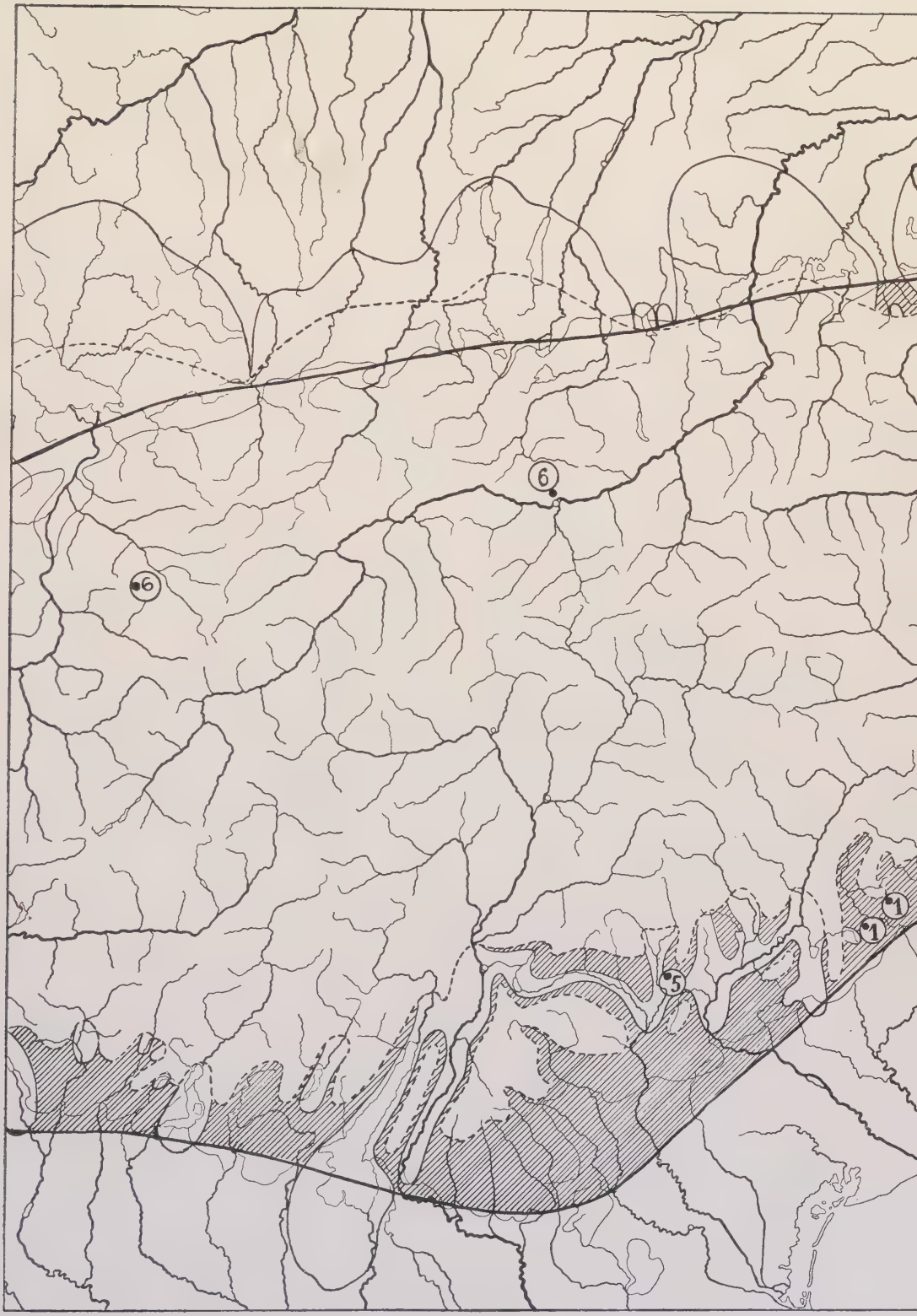
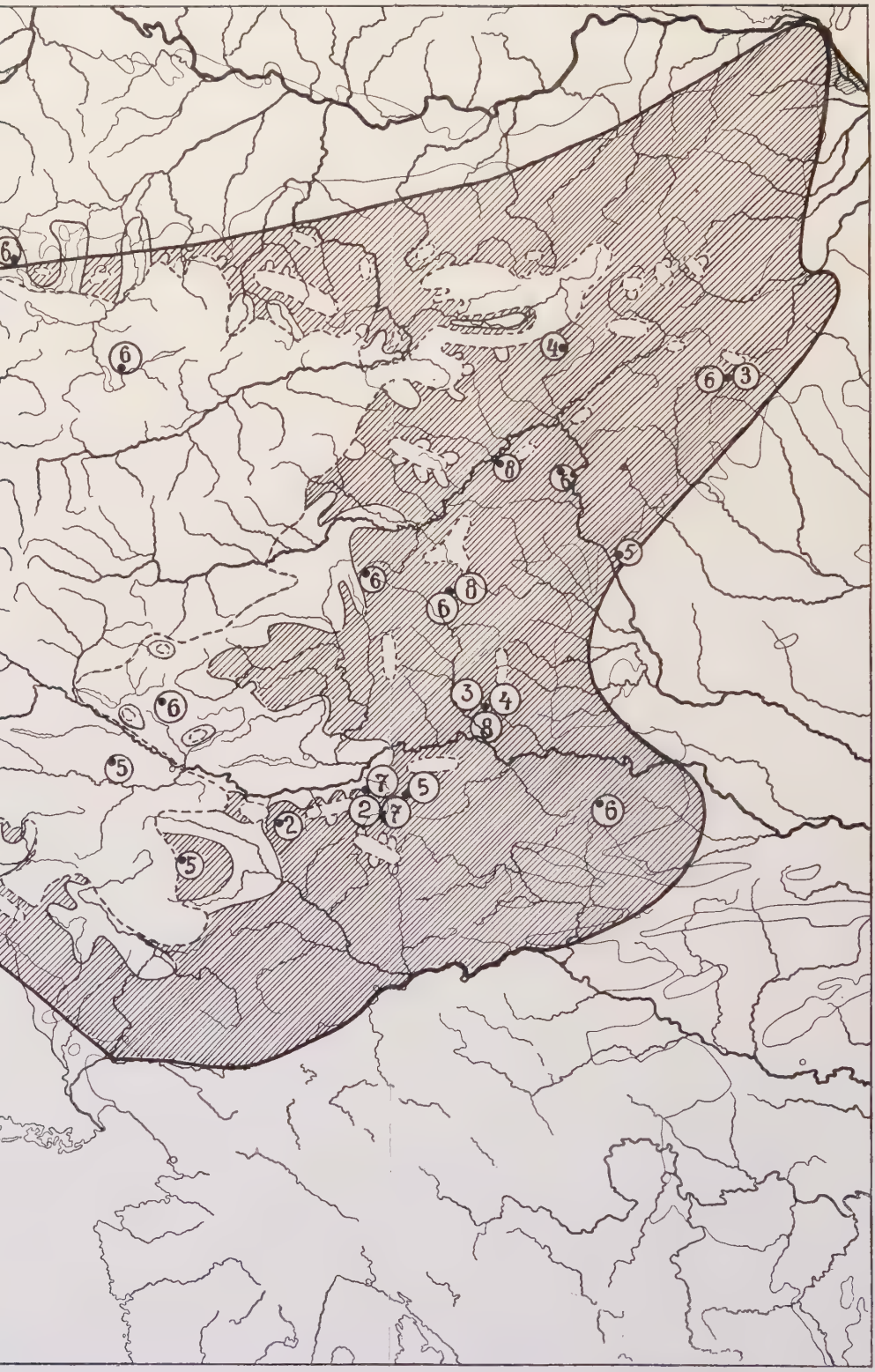


Abb. 1. Karte der Ostalpen während der Würm-Eiszeit mit den Fundorten der zweiges



Formen der *Otiorrhynchus*-Arten Nr. 1—8 (siehe Erläuterungen zur Abbildung)

(Aus der Abteilung für Forstentomologie und Forstschutz der Staatl. forstl. Versuchsanstalt Mariabrunn)

Der Überwinterungsfraß der Tannenborkenkäfer

Von

Rudolf Braun, Wien

(Mit 15 Abbildungen)

Im Verlaufe von Untersuchungen über das Kränkeln der Tanne in Teilen des Wiener Waldes fielen Schadbilder auf, die bisher noch wenig Beachtung gefunden hatten und deren Bedeutung übersehen worden war. Die Folgewirkung der später beschriebenen Beschädigung kann zu wirtschaftlich bedeutsamen Schäden führen.

Die Tanne befindet sich im Wiener Walde in einem Randgebiete ihrer natürlichen Verbreitung, in dem besonders in den unteren Lagen des östlichen Teiles der pannonische Klimaeinfluß auf ihr Gedeihen ungünstig einwirkt. Standörtlich-klimatische Einflüsse und eine wirtschaftliche Behandlung, die den physiologischen Ansprüchen dieser Holzart nicht immer angepaßt war, führten dazu, daß die heutigen Altholzbestände meist stark verlichtet sind. Ständig hier auftretende Fraßschäden durch den Tannentriebwickler *Cacoecia murinana* Hb. trugen ebenfalls dazu bei.

In vielen Teilen des Gebietes tritt nach Schimitschek[1]) der natürliche Alterstod der Tanne viel früher ein als in Optimalgebieten. Das Kränkeln der Tanne im Alter von 100—200 Jahren ist hier als physiologisch begründete Erscheinung aufzufassen. Mit der Herabminderung der Vitalität einer Holzart wird aber auch die Widerstandskraft gegen Angriffe durch bestimmte Insekten herabgesetzt. Es ist verständlich, daß in diesem Gebiete mit einem verstärkten Auftreten sekundärer Schädlinge zu rechnen ist. Der eiserne Bestand der Borkenkäfer ist hier seit Jahrzehnten überschritten. Die Ursache hierfür liegt in den besonderen wirtschaftlichen Bedingungen.

Schon während des Weltkrieges und in der nachfolgenden Zeit wurden große „Dürrlingsanfälle" verzeichnet. Bis zur Wiedereingliederung der Ostmark in das Reich spielte die Brennholzwirtschaft in der Großstadtnähe eine viel größere Rolle als jetzt; es wurden beispielsweise in einem Forstamt 3000 rm Tannenbrennholz erzeugt, das meist in Zainen bis zum Herbst

[1]) Schimitschek E., Forstschädlingsauftreten in Österreich 1936. Centralblatt f. d. ges. Forstw. 1937, 9—13.

auf den Schlägen stehen blieb. Diese Brennholzzaine wurden, wie genau nachgewiesen werden konnte, zu Brutstätten von *Ips curvidens* Germ. und *Ips spinidens* Rttr. Untersuchungen über die Bevölkerungsdichte solcher von *curvidens* befallener Zaine ergaben nach Abrechnung des durch klimatische Faktoren, Parasiten und Räuber bedingten Einganges 80 000 bis 100 000 ausflugbereite Jungkäfer je Raummeter! Die liegenbleibenden Äste und Wipfel förderten die Vermehrung des *Cryphalus piceae* Rtzb. Diese Voraussetzungen machen das übermäßige Auftreten von Borkenkäferschäden, die in manchen Forstamtsbezirken 5000 fm jährlich erreichen, verständlich und führen zum Primärauftreten der Tannenborkenkäfer.

Nicht nur der Brutfraß, der in erster Linie für das Absterben und Kränkeln der Tanne durch Borkenkäferangriffe verantwortlich zu machen ist, sondern ganz besonders der stets primäre Überwinterungsfraß der drei genannten Tannenborkenkäfer ist in dem Gebiete von Bedeutung. *Ips Vorontzowi* Jacobs. tritt dagegen hier nur in bescheidenem Maße schädigend auf.

Die äußeren Merkmale dieses Überwinterungsfraßes sind nicht sehr auffällig und wurden aus diesem Grunde bisher nicht beachtet bzw. nicht richtig gedeutet. Selbst die Folgeerscheinung des Fraßes von *Cryphalus piceae* Rtzb., die bei starkem Befall auch eine äußerlich deutlich sichtbare Änderung der Rindenbeschaffenheit verursacht, wurde übersehen, da sie in der Krone den Blicken entzogen ist.

Allgemeines über den Überwinterungsfraß

Ein Überwinterungsfraß ist bisher nur von wenigen Borkenkäfern bekannt geworden. Die meisten überwintern an den Stellen, wo sie sich zur Zeit des Eintrittes der Kälte gerade befanden. Bei einigen Arten fällt der Überwinterungsfraß mit dem Reifungs- bzw. Regenerationsfraß zusammen.

Hylesinus fraxini Pz. bohrt sich in die grüne Rinde der Äste oder junger Stangen der Esche ein und frißt kurze Gänge in die Grünrindenschicht. Durch wiederholten Befall entstehen die bekannten Eschenrindenrosen. Ähnliche Befallsbilder erzeugt *Pteleobius vittatus* F. durch Überwinterungs- bzw. Ernährungsfraß an Ulme. Der Ernährungs- bzw. Überwinterungsfraß der beiden Waldgärtner *Myelophilus piniperda* L. und *minor* Htg. in den Maitrieben der Kiefer ist bekanntlich weitaus schädlicher als der Brutfraß. *Myelophilus piniperda* L. überwintert außerdem in der Borke am untersten Stammteil der Kiefer oder auch in Wurzelstöcken. Aus Amerika wurde ein Überwinterungsfraß von *Hylurgopinus rufipes* Eichh. an stehenden gesunden Stämmen der Ulme beschrieben.

Schimitschek berichtete von einem Überwinterungsfraß des *Ips sexdentatus* Börn. an *Picea orientalis* in Kleinasien. Die Jungkäfer des *Ips sexdentatus* Börn. verüben diesen Fraß in der Kambialzone und erzeugen Fraßbilder, die den dendritischen Formen des Schlechtwetterfraßes

von *Ips typographus* L., *Ips cembrae* Heer. und *Ips amitinus* Eichh. ähneln. Die Käfer dringen überdies noch in das Splintholz ein und werden technisch schädlich.

Manche Borkenkäfer überwintern in Rindenritzen, im Moos usw. Einige suchen zur Überwinterung auch andere als die gewohnten Brutholzarten auf.

Der Überwinterungsfraß vieler Borkenkäfer findet also an drittem Orte primär statt. Bei vielen Arten tritt dieser Fall aber erst bei Übervölkerung der Brutstätte ein und ist meist verbunden mit einem ausgedehnten Ernährungsfraß. Im Gegensatz hierzu ist der Überwinterungsfraß der Tannenborkenkäfer, der nur zur Schaffung von Überwinterungsstätten dient, im genannten Gebiete eine normale Erscheinung.

Ort der Überwinterung

Ips curvidens Germ. überwintert in kurzen Gängen in der Stammrinde mittlerer und alter Tannen, die noch in gutem Bestandesschlusse stehen. *Ips spinidens* Rttr. wurde unter gleichen Bedingungen überwinternd gefunden.

Cryphalus piceae Rtzb., legt seine Überwinterungsstätten in den Ästen und Zweigen alter Tannenkronen, und zwar ebenfalls in Form kurzer Fraßgänge in der Rinde an.

Zeit der Überwinterung

Der Zeitpunkt des Einbohrens der Jungkäfer der drei genannten Arten zum Zwecke der Überwinterung fällt in den Oktober. Die ersten Versuche hierzu wurden Anfang Oktober beobachtet, ein massenweises Einbohren fand um den 20. Oktober statt. Der Zeitpunkt ist natürlich von den herrschenden Witterungsverhältnissen sehr abhängig.

Ips curvidens Germ. zieht 40—80jährige gesunde Stämme zur Überwinterung vor. Die Jungkäfer dürften aus größerer Entfernung anfliegen, da in manchen Fällen Einbohrversuche zur Überwinterung in Beständen festgestellt wurden, in deren Nähe weder befallene Alttannen noch Brennholzzaine vorhanden waren. *Ips spinidens* Rttr. beflog die gleichen Stämme wie *curvidens*; sein Überwinterungsfraß wurde aber im allgemeinen selten beobachtet.

Cryphalus piceae Rtzb. schreitet im gleichen Zeitpunkt zur Anlage seiner Überwinterungsquartiere in den Tannenkronen. Es kommt besonders bei ihm zum massenweisen Anflug und zum fast gleichzeitig erfolgenden Einbohren der Käfer.

Daß es sich in allen beobachteten Fällen zweifelsohne um einen Überwinterungsfraß handelt, geht daraus hervor, daß

a) das Einbohren, das gleichzeitig massenweise an anderem Orte stattfand, zur genannten Jahreszeit nicht zum Zwecke der Anlage von Bruten erfolgen konnte,

b) die Käfer bis zum Frühjahr in ihren Winterquartieren beobachtet werden konnten,
c) die betreffenden Fraßorte während des Sommers käferfrei waren,
d) die Mikroaufnahmen (Abb. 12—14) beweisen, daß immer Herbstbefall vorlag, da die überwallte Überwinterungsstelle stets im Spätholzanteil des betreffenden Jahrringes liegt.

Die Anlage von Bruten erfolgt im Frühjahr nie an den Stellen der Überwinterung, sondern die Käfer verlassen stets die Winterquartiere, um geeignetes Brutmaterial aufzusuchen.

Das äußere Erscheinungsbild

Von *Ips curvidens* Germ. und *spinidens* Rttr. zum Zwecke der Überwinterung befallene Tannen sind daran leicht zu erkennen, daß ihr Stamm zahlreiche Harzausscheidungen aufweist. Scheidter (zit. nach Escherich) und Eichhoff haben diese Harzaustritte beschrieben. Nach ihrer Auffassung entspricht jedoch der starke Befall, der die Harzausscheidungen zur Folge hat, einem normalen primären Angriff zur Anlage der Brut während einer Massenvermehrung des *curvidens*. Die Käfer sollen anfänglich durch das Harz zurückgedrängt werden bis die Bäume durch wiederholte Angriffe allmählich so geschwächt sind, daß sie ihnen doch zum Opfer fallen.

Im Untersuchungsgebiete konnte im Laufe des späten Frühjahrs und des Sommers nie ein Käfer in den Überwinterungsstätten festgestellt werden. Es wurde auch kein einziger Muttergang gefunden, der von einer solchen Einbohrstelle seinen Ausgang nahm. Die Ansicht Eichhoffs, daß tausende angreifende Käfer im Harz getötet würden, konnte hier nicht bestätigt werden. Trotz genauen Suchens konnten Chitinreste in den Harzausscheidungen im Verlauf der Gänge nie festgestellt werden.

Die Harzausscheidungen, die eine Abwehraktion des Baumes gegen den Angriff des zur Überwinterung sich einbohrenden Käfers darstellen, sehen meist so aus, als ob sie perlschnurartig aus dem Einbohrloch herausgepreßt worden wären. Tannen, die schon lange Zeit freigestellt sind und bei denen die ersten Angriffe schon weit zurückliegen, zeigen nur wenig Harzausscheidungen; unter ihren Borkenschuppen sind jedoch die Einbohrlöcher stets zu finden.

Die Angriffe des *Cryphalus piceae* Rtzb. zum Zwecke der Überwinterung haben ebenfalls Harzausscheidungen zur Folge. Diese treten aber nur nach plötzlichem, sehr starkem Befall an Ästen und Zweigen in Erscheinung. Werden die Äste jedoch Jahr für Jahr nur schwächer befallen, so bleiben die Harzausscheidungen unsichtbar, da sie nur den Fraßgang ausfüllen, ohne an die Oberfläche herauszutreten. Als Folge des *Cryphalus*-Überwinterungsfraßes tritt aber eine völlige Veränderung der äußeren Rindenbeschaffenheit ein, die später genauer beschrieben wird.

Der Überwinterungsfraß der einzelnen Arten

Ips curvidens Germ. verübt seinen Überwinterungsfraß vorwiegend in noch gut geschlossenen Beständen. Er bohrt sich nie an glatten Stellen in die Rinde des Schaftes ein, sondern ausschließlich unter Borkenschuppen, in Rindenritzen und am häufigsten in der Umgebung abgestorbener Äste und Aststummel. Das Einbohrloch ist also äußerlich meist nicht sichtbar und wird erst durch den Bohrmehlauswurf verraten.

Die Untersuchung des Bohrmehls aus dem Überwinterungsgang ergab, daß der Käfer die Rindenteile abnagt und zum Teil nach außen befördert. Das Bohrmehl besteht aus größeren hellen Stücken des Bastgewebes vermischt mit kleinen dunklen Teilen der Außenrinde und häufig Harzklümpchen. Exkremente konnten nicht gefunden werden. Die Feststellung, die Eckstein für *Myelophilus piniperda* L. gemacht hat, daß der Käfer während der Herstellung des Winterquartieres keine Nährstoffe aufnimmt, trifft also auch für *curvidens* zu. Der Überwinterungsgang entsteht lediglich durch das „Nagen" aber keineswegs durch „Fressen" des Käfers.

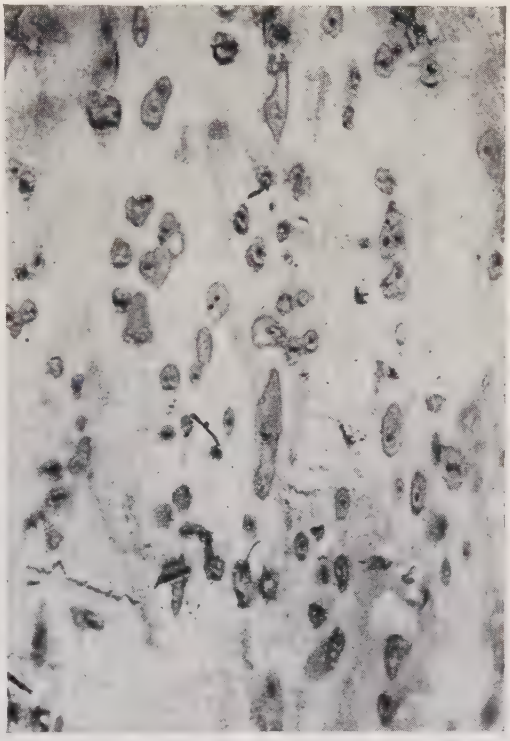


Abb. 1. Überwinterungsfraß des *Ips curvidens* Germ. an Stamm. Tangentialschnitt durch die Rinde. Um jeden Fraßgang eine dunkle Stelle abgestorbenen Bastes, der gegen den gesunden, hellen Bast durch eine Korkkambiumschicht (die im Bild als dunkle Begrenzungslinie die abgestorbene Bastschicht umgibt), abgekapselt ist

In der Regel führen die Fraßgänge bogenförmig bis zum Splint (Abb. 8 und 9). Das Splintholz wird meist schwach geschürft und die verletzte Stelle überwallt später. Der Einbohrgang kann sowohl nach oben wie auch nach unten gerichtet sein. Der Gang ist meist 1 bis höchstens 2 cm lang und weist in seinem Verlaufe keine Erweiterung auf. Er wird nach außen mit Bohrmehl abgeschlossen.

Der Käfer bleibt nicht immer im ersten angelegten Fraßgang. Wie vielfach nachgewiesen werden konnte, befindet sich am Ende frischer, aber vom Käfer verlassener Gänge ein Harztropfen, der den Käfer ge-

Abb. 2. Überwinterungsfraß von *Cryphalus piceae* Rtzb. an der Unterseite eines Astes

zwungen hat, den Gang aufzugeben (Abb. 8). *Ips curvidens* Germ. „erstickt" jedoch nicht im Harz, wie im Schrifttum angegeben wird, sondern bohrt sich neuerlich wieder ein. Auf diese Weise kann es zu sehr hohen Befallsdichten an Einbohrgängen kommen (Abb. 1). Auf Rindenflächen von 1 dm² wurden bis zu 70 Einbohrlöcher festgestellt. Diese hohe Befallsdichte ist natürlich das Ergebnis der Einbohrversuche von mehreren Jahren, in manchen Fällen vielleicht von Jahrzehnten. Die Befallsdichte ist im untersten Stammteil meist am größten und nimmt nach oben hin ab. Die an gefällten Stämmen erhobene Verteilung des Befalles hatte folgendes Ergebnis. Die Befallsdichten, in Anteilen des Gesamtbefalles ausgedrückt, verhalten sich in den Abschnitten Stammbasis : Stammitte : Kronenansatz wie 50 : 30 : 20 oder noch häufiger 60 : 30 : 10. In Einzelfällen kommt es vor, daß die höchste Befallsdichte in der Mitte des Stammes liegt.

Die Dichte eines Frischbefalles im Herbst betrug z. B. an einem 50jährigen Stamm von 20 cm Durchmesser 96 Einbohrversuche je laufenden Meter; nur auf vier dieser Einbohrversuche hatte der Stamm mit Harzaustritt reagiert.

Die Anlage des Überwinterungsfraßes durch *Ips spinidens* Rttr., die viel seltener zu finden war, erfolgt in gleicher Weise wie bei *curvidens*.

Der Überwinterungsfraß von *Cryphalus piceae* Rtzb. findet ebenso wie der Brutfraß im dünnrindigen Material der Kronen mittlerer Bestände und Althölzer statt. Der primäre Angriff richtet sich vor allem gegen die Unterseite der Äste und Zweige (Abb. 2). Die Oberseite wird nur bei sehr dichtem Befall beflogen, und zwar meist erst dann, wenn die Rindenoberfläche der Unterseite schon ganz zerwühlt ist.

Abb. 3. Anfangsbefall durch *Cryphalus piceae* Rtzb. unter einer Knospenschuppe

Der Befall beginnt immer unter

den erhalten gebliebenen Knospenschuppen, die erst nach mehrmaligen Angriffen abbrechen (Abb. 3). Es ist daher natürlich, daß die Befallsdichte in der Umgebung der Astquirle am größten ist (Abb. 4). Die Zahl der Einbohrlöcher kann an diesen Stellen 400 bis 700 je Quadratdezimeter betragen. Die Dichte der Überwinterungsfraßgänge ist also weitaus größer als bei *Ips curvidens* Germ. Von diesen Astquirlen aus schreitet der Befall weiter fort. Durch Überwallung der Fraßstellen werden neue Risse und Schlupfwinkel gebildet, die wieder günstige Vorbedingungen für den Neubefall schaffen.

Abb. 4. Starker *Cryphalus piceae*-Überwinterungsfraß an einem Astquirl

Abb. 5. *Cryphalus piceae* Rtzb. in seinem Winterquartier. Rings um die Überwinterungsstätte die durch Korkkambium abgekapselte, abgestorbene, rotviolett verfärbte Bastschicht Vergr. 10fach

Die Jungkäfer nagen keinen geräumigen Platzgang, wie dies bei der Anlage von Muttergängen der Fall ist. Der Überwinterungsort ist meist ein röhrenförmiger Gang, der vor seinem Ende geknickt ist. Er ist oft auch platzförmig, wie Abb. 5 zeigt, jedoch nie so groß wie ein Muttergang und liegt nur in der Rinde. Der Überwinterungsfraßgang ist im allgemeinen

klein und daher der Bohrmehlauswurf gering. Der Gang ist mit lockerem Bohrmehl, das meist mit verkrustetem Harz vermischt ist, ausgefüllt. In frischen Gängen ist während des Winters fast immer ein Käfer zu finden, der erstarrt ist. Wird er in Wärme gebracht, so beginnt er sich zu bewegen und bohrt sich sofort in dargereichtes Material ein. Die gleiche Beobachtung wurde auch bei *curvidens* gemacht. In einem einzigen Falle wurden 2 Käfer je Gang festgestellt. Auch *Cryphalus piceae* Pz. konnte nie abgetötet im Harz nachgewiesen werden.

Die alljährlich oft in Massen durchgeführten Angriffe zum Zwecke der Überwinterung haben im Laufe der Jahre zur Folge, daß die Rinde der Zweige und Äste ihre ursprünglich glatte Oberflächenbeschaffenheit verliert. Die Rindenoberfläche wird nach stärkerem Befall ganz durchwühlt, viele Teile sehen aufgeworfen und aufgesprungen aus. Durch die auf die Fraßtätigkeit der Käfer folgende Überwallung der angegriffenen Rindenteile kommt es zur Entstehung krebsartiger Gebilde (Abb. 6). Die Rindenoberfläche hat nach sehr starkem Befall durch *Cryphalus piceae* Rtzb. große Ähnlichkeit mit den durch den Grünrindenfraß des *Hylesinus fraxini* Pz. verursachten Eschenrindenrosen.

Abb. 6. Vollkommene Veränderung der Rindenoberfläche als Folge wiederholten, starken *Cryphalus piceae*-Überwinterungsfraßes

Abb. 7. Rechts frischer Überwinterungsfraßgang von *Ips curvidens* Germ., daneben links alte, von Korkkambium abgekapselte Überwinterungsfraßstelle, deren Gang mit Harz ausgefüllt ist

Der Ausflug aus den Winterquartieren

Der Ausflug aus den Winterquartieren erfolgt im Frühjahr ziemlich gleichzeitig

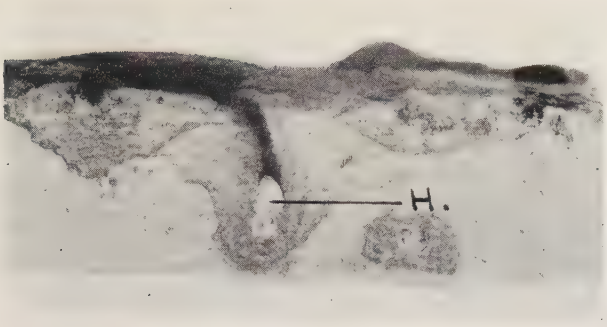


Abb. 8. Abkapselung der Umgebung des Fraßganges durch Korkkambium als Folge des Überwinterungsfraßes des *Ips curvidens* Germ. H. Harzkörper am Ende des Fraßganges. Vergr. 2½fach

für alle überwinterten Käfer. Er ist sehr stark von der Außentemperatur abhängig und dürfte wahrscheinlich dann stattfinden, wenn die Temperatur einen zur Zeit noch nicht bekannten Schwellenwert überschreitet. Dieser Schwellenwert liegt vermutlich bei den einzelnen Arten verschieden hoch. *Ips curridens* Germ. ist in feuchten und kalten Frühjahren noch bis Anfang Mai in den Überwinterungsstätten anzutreffen.

Die Tatsache des fast gleichzeitig stattfindenden Ausfluges der Käfer aus den Winterquartieren zum Zwecke der Fortpflanzung und Brutanlage sollte künftig bei der Bekämpfung Berücksichtigung finden. Die Hauptmenge der über die ganzen Bestände verteilten Fangbäume muß zu diesem Zeitpunkte bereits in fängischem Zustande sein, um den Großteil der ausfliegenden Käfer aufnehmen zu können. Es sei in diesem Zusammenhange noch darauf hingewiesen, daß Stämme mit starken durch *Ips curvidens* Germ. verursachten Überwinterungsfraßschäden als liegende Fangbäume häufig nicht angenommen werden. Der Grund hierfür liegt in der Veränderung der Bastschicht.

Die physiologischen Folgen des Überwinterungsfraßes für die Tanne

Der Überwinterungsfraß der Tannenborkenkäfer führt nicht nur zu den beschriebenen, äußerlich sichtbaren Veränderungen der Rinde. Viel wichtiger und von großer Bedeutung für das Leben des Baumes ist zweifellos die physiologische Folgewirkung des Fraßes für die befallene Tanne.

Als Folge des Überwinterungsfraßes sowohl von *Cryphalus piceae* Rtzb., als auch von *curvi-*

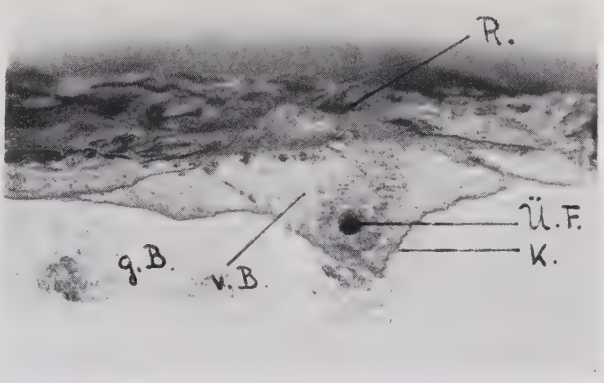


Abb. 9. Abkapselung der Umgebung des Fraßganges durch Korkkambium als Folge des Überwinterungsfraßes des *Ips curvidens* Germ. R. Rindenoberfläche, Ü. F. Überwinterungsfraßgang, K. Korkkambium, v. B. abgestorbene, verfärbte Bastschicht, g. B. gesunde Bastschicht. Vergrößert 2½fach

dens und *spinidens* tritt eine weitgehende Veränderung der Rindenteile und der Bastschicht in der Umgebung des Fraßganges auf. Sie fällt schon dem unbewaffneten Auge durch ihre intensive Rotviolettfärbung auf. Diese Erscheinung tritt auch dann ein, wenn die Käfer durch Harzeintritt in den Fraßgang zum Verlassen desselben gezwungen wurden. In Abb. 8 ist der Harzkörper am Ende des Fraßganges sichtbar. Der Überwinterungsfraß von *Ips curvidens* Germ. ruft überdies im Splintholz eine Reaktion hervor (Abb. 10).

Die Abbildungen 1, 8 und 9 zeigen deutlich, daß sich rings um den Fraßgang ein auf der Spitze stehender kegelstumpfförmiger dunklerer Körper ausbildet, der sich von der helleren Umgebung abhebt.

Abb. 10. Folgeschäden des *Ips curvidens*-Überwinterungsfraßes im Splintholz (Splintholzoberfläche)

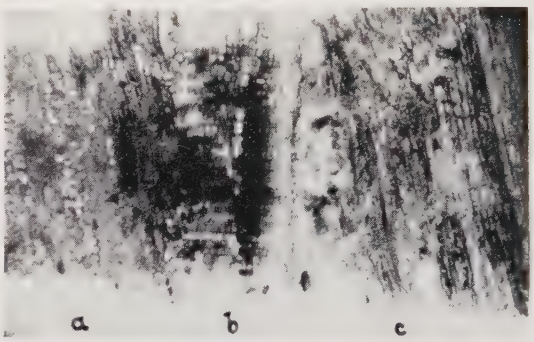


Abb. 11. Radialschnitt durch Tannenrinde an einer Überwinterungsfraßstelle des *Ips curvidens* Germ. a toter Rindenteil der abgekapselten Fraßstelle, b Korkkambium mit Korkzellen, c lebende Rinde. Vergr. 20fach

Die botanische Untersuchung dieser Erscheinung, für deren Durchführung Herrn Dr. habil. Kurt Lohwag auch an dieser Stelle bestens gedankt sei, zeitigte folgende Ergebnisse:

„Bei Tannenrinde verläuft das Korkkambium mit seinen nach außen abgeschiedenen Korkzellen knapp unter der Oberfläche. Die Fraßgänge von *Ips curvidens* Germ., die mehr oder minder normal zur Oberfläche gerichtet sind, durchbrechen das Korkkambium, die lebende Rinde und enden im jüngsten Jahresring. Schneidet man nun befallene Tannenrinde radial oder quer, so kann man feststellen, daß bei den Fraßgängen das Korkkambium mit seinen Korkzellen in einer gewissen Entfernung (1—2 mm) vom Fraßgang gegen das Kambium hin verläuft. Es wird also der Fraßgang von einer Korkschicht mantelförmig umgeben, die gebildet wird von einem Korkkambium, das sich an das ursprüngliche Korkkambium anschließend um den Fraßgang herum entwickelt hat (Abb. 8, 9, 11). Die Ausbildung dieses Korkkambiums mit seinen verkorkten Zellen tritt erst nach einiger Zeit auf, kann daher bei ganz frischem Befall nicht sofort beobachtet werden. Durch das neugebildete Korkkambium wird ein solcher

Fraßgang von dem innerhalb liegenden, lebenden Rindenteil abgemauert und gehört dann den abgestorbenen Teilen der Rinde an. Abb. 8 zeigt den Verlauf des Korkkambiums und das auffallende Abbiegen gegen das Kambium bei den Fraßgängen. Die in der Abbildung kürzer erscheinenden Fraßgänge wurden bei der Schnittführung nicht zentral getroffen.

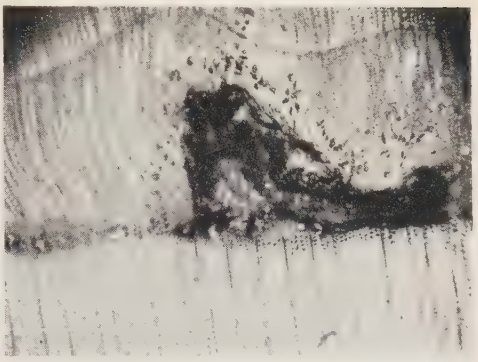


Abb. 12. Folgeschaden des Überwinterungsfraßes von *Ips curvidens* Germ. im Splintholz der Tanne. Querschnitt. Im Bilde links eine Reihe von Harzgängen im Spätholzanteil. Vergr. 20fach

Eine ähnliche Erscheinung konnte Thomas (1934) (vgl. auch H. Lohwag 1941, S. 208) bei *Armillaria mellea* (Vahl) Quel. (Hallimasch) beobachten. Es zeigt sich hier, daß beim Vordringen der Rhizomorphaspitze von *Armillaria mellea* fortlaufend die vorgelagerte Zone der Wirtszellen (Rinde) abstirbt, wobei sich die Wurzel durch wiederholt gebildete und von der Rhizomorpha durchbrochene Phellogenschichten (= Korkkambium) abriegeln kann.

Die von der Rinde kommenden Fraßgänge endigen im Winterquartier, zu dessen Herstellung das Splintholz meist geschürft wird. Im Laufe der Zeit bildet sich nun um diese Überwinterungsstätten Wundholz aus, welches sie überwallt, parenchymatischen Charakter besitzt und verholzt ist. Die überwallte Stelle selbst zeigt eine bräunliche Füllung und erinnert bis zu einem gewissen Grad an Zellgänge oder Markflecke, wie sie z. B. bei der Erle zu beobachten sind. Während jedoch die Zellgänge bei der Erle mehrere Zentimeter lang, die Zellen etwas erweitert und mit gelblich bis bräunlich gefärbtem Inhalt erfüllt und die Zellen der Wände verholzt sind, haben wir im vorliegenden Falle viel kürzere Gänge. Die Zellwände sind braun gefärbt und nur einzelne Membranstücke geben mit Phlorogluzin und Salzsäure positive Lignin-Reaktion. Die Zellwände sind unregelmäßig dick, stark wellig gefaltet und zum Teil mit Gerbstoffen versehen. Außerdem enthalten diese Stellen auch reichlich Harz. Die nachträglich überwallten Stellen

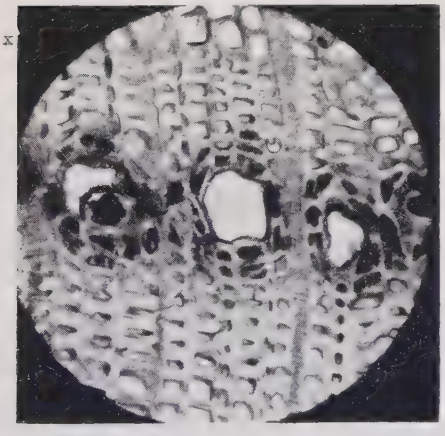


Abb. 13. Im Spätholzanteil des Jahrringes liegende Harzgänge, die als Folge des Überwinterungsfraßes des *Ips curvidens* Germ. ausgebildet werden. Linie x bis x Jahrringgrenze. Querschnitt. Vergr. 120fach

der Winterquartiere sind also deutlich von den Zellgängen oder Markflecken verschieden (Abb. 12).

Zu beiden Seiten der Überwinterungsstelle sind im Querschnitt Harzgänge, die schizogen entstanden sind, zu beobachten. Sie liegen in jenem Jahresring, bis zu welchem das Winterquartier reichte. Im Querschnitt erscheinen die Reihen von Harzkanälen als „braune" Linie (Abb. 12, 13), im tangentialen Schnitt nehmen sie eine größere Fläche ein (Abb. 15).

Harzgänge im kranken oder gestörten Tannenholz konnten schon öfters beobachtet werden und treten nicht nur bei diesen Überwinterungsstellen auf."

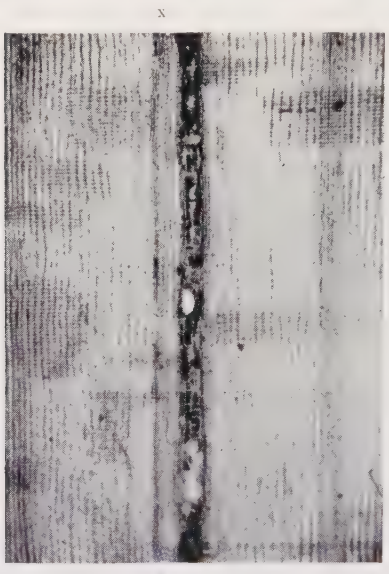


Abb. 14. Im Spätholzanteil des Jahrringes liegender Harzgang, der als Folge des Überwinterungsfraßes von *Ips curvidens* Germ. gebildet wird. Radialschnitt. x—x Jahrringgrenze. Vergr. 20fach

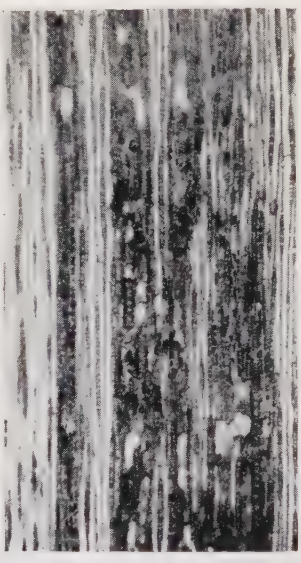


Abb. 15. Tangentialschnitt durch Tannenholz mit Harzgängen, die sich infolge des Überwinterungsfraßes von *Ips curvidens* Germ. bildeten

Die gleichen Erscheinungen sind bei Überwinterungsfraß von *Ips spinidens* Reitt. und *Cryphalus piceae* Rtzb. festzustellen.

Aus diesen Feststellungen ergibt sich also:

1. Der Überwinterungsfraßgang von *Cryphalus piceae* Rtzb. und des *Ips curvidens* Germ. und *spinidens* Reitt. in der Rinde wird durch die Bildung von Korkkambiumschichten gegen den lebenden Rindenteil abgekapselt.
2. Der Überwinterungsfraß von *curvidens*, seltener jener von *Cryphalus*, reicht bis zum Splintholz, das infolge der Schürfung Überwallungen ausbildet.

Diese Erscheinung ähnelt den Fraßgängen der *Dendromyzalarven* in Weide und Pappel.

3. In der Umgebung der überwallten Überwinterungsstellen kommt es zur Ausbildung zahlreicher Harzgänge, die ansonsten nur in krankem Tannenholz zu finden sind.

Da die Neubildung der Korkkambiumschicht bis zum Kambium reicht, ist anzunehmen, daß bei sehr dichtem Befall Störungen der Saftleitung verursacht werden können. Die zur Überwallung der Überwinterungsstellen im Splintholz benötigten Reservestoffe dürften für den Haushalt des Baumes eine geringere Rolle spielen. Es darf jedoch vermutet werden, daß die durch die angeführte Rindenreaktion bedingte physiologische Schädigung das Kränkeln der Alttannen fördert.

Es ist verständlich, daß die Beschädigungen, die *Cryphalus piceae* Rtzb. durch seinen Überwinterungsfraß verursacht, viel schwerwiegender sind als jene von *curvidens*.

Die Folgewirkungen seines Fraßes sind deshalb von großer Bedeutung, weil sie die Saftleitung in unmittelbarer Nähe der Entstehungsorte der Assimilate stören können. Die Schadenswirkung ist außerdem größer, weil die Befallsdichten viel höher sind als bei den anderen Tannenborkenkäfern. Es ist daher berechtigt, *Cryphalus piceae* Rtzb. auch bezüglich des Überwinterungsfraßes als den Hauptschädling zu betrachten, während die Wirkung der beiden anderen von geringerer Bedeutung ist.

Das teilweise verfrühte Abwerfen der Assimilationsorgane steht vermutlich in ursächlichem Zusammenhang mit dieser physiologischen Störung. Die nächste Folge hiervon ist ein Mißverhältnis zwischen Wurzel- und Assimilationsmasse.

Während beim Brutfraß *Cryphalus piceae* Rtzb. den Baum stets von oben nach unten befällt, sterben die Äste durch den Überwinterungsfraß von unten nach oben zu ab, da die unteren Äste diesen Angriffen länger ausgesetzt sind als die oberen jüngeren.

Durch die auf diese Weise herbeigeführte Schwächung des Gesundheitszustandes der Alttannen wird aber viel geeignetes Brutmaterial für sekundäre Angriffe der Borkenkäfer geschaffen. Die Tannen werden also durch den Überwinterungsfraß und seine physiologischen Folgen für den Brutfraß der Käfer vorbereitet.

Es ist daher in Gebieten mit starken Überwinterungsfraßschäden, ganz besonders wenn es sich um Grenzgebiete der Tanne mit nicht voll zusagenden Lebensbedingungen handelt, reinste Wirtschaft oberstes Gebot. Alles kränkelnde oder absterbende Material sollte sofort aus dem Walde

entfernt werden. Gefällte Stämme sind sofort zu entrinden und der Schlagabraum zu verbrennen. Die Rinde befallener Stämme ist unbedingt zu verbrennen. Tannenbrennholz muß aus dem Walde geschafft werden, bevor es durch Borkenkäfer befallen wird.

Werden diese Maßnahmen nicht rechtzeitig ausgeführt, so droht bei günstigen Witterungsverhältnissen die Gefahr einer Massenvermehrung der Borkenkäfer, in deren Verlaufe es zum Primärauftreten der genannten Arten kommen kann.

Die Bevölkerungsdichte der Borkenkäfer muß daher in solchen Gebieten ständig unter scharfer Kontrolle gehalten werden. Die Bekämpfung mit Fangbäumen hat den ganzen Sommer zu erfolgen, der Hauptschlag sollte aber — wie schon gesagt — im Frühjahr geführt werden, wenn die Käfer ihre Winterquartiere verlassen.

Schrifttum

Bargmann, Altes vom Fichtenborkenkäfer und Neues von den Tannenborkenkäfern mit besonderer Berücksichtigung des 1896er Tannenborkenkäferfraßes in Oberelsaß. Allg. Forst- und Jagdzeitung 1897, 73, 382—391.

— — *Ips* (*Tomicus*) *Vorontzowi* sp. n. Jacobson und *Ips* (*Tomicus*) *heterodon* Wachtl. Allg. Forst- und Jagdzeitung 1898, 74, 123—128.

Becker, W. B., Some Observations on the overwintering habits of the american elm bark beetle *Hylurgopinus rufipes* Eichh. Journ. Econ Ent. 1935, 28. 1061—1065.

Borcea, J., Degats causés par les Bostrychides en Roumanie. Ann. scient. Univ. Jassy 11, Jassy 1924, 221—260.

Eckstein, K., Das Bohrmehl des Waldgärtners, *Myelophilus piniperda* L., nebst Bemerkungen über den „Fraß" der Borkenkäfer und anderer Insekten. Arb. über physiol. und angew. Entomologie aus Berlin-Dahlem 1939, 6, 32—41.

Eichhoff, Die europäischen Borkenkäfer. Berlin 1881.

Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas Bd. 2. Berlin 1923.

Kahlich, V., Der Tannenborkenkäfer im Schemnitzer Revier. Öst. Monatsschrift für d. Forstw. 1865, 10. 206.

Keen, F. P., A Note on the hibernation habits of some engraver beetles of the genus *Ips*. Journ. Econ. Ent. 1933, 26, 297/298.

Lohwag, H., Anatomie der Asco- und Basidiomyceten, in Handbuch der Pflanzenanatomie von K. Linsbauer Bd. VI, Abt. II, Teilbd. 3c.

Orest, M., Beiträge zur Biologie und geographischen Verbreitung zweier in Europa wenig bekannter Borkenkäfer. Verhandl. und Mitteil. des siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften zu Hermannstadt 1925/26, 68.

Scheidter, F., Das Tannensterben im Frankenwald. Naturwiss. Zeitschr. f. Land- und Forstw. 1919, 7, 69—90.

Schimitschek, E., Der achtzähnige Lärchenborkenkäfer *Ips cembrae* Heer. Zur Kenntnis seiner Biologie und Ökologie sowie seines Lebensvereines. Zeitschr. f. angew. Entomologie 1931, 17, 253—344.

— — *Dendromyza*-Larven als Korbweidenschädlinge. *Dendromyza cambii* Hendel (*Agromyzidae*); Die Weidenkambiumminierfliege. Anzeiger f. Schädlingskunde 1935, 11. 121—126.

— — Forstschädlingsauftreten in Österreich 1936. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1937. 63, 1—35.

— — Die Massenvermehrung des *Ips sexdentatus* Börn. im Gebiete der orientalischen Fichte. Zeitschr. f. angew. Entomologie 1940, 26, 545—588 und 1941, 27, 84—113.

Sedlaczek, W., Über Tannenkrankheiten und Tannensterben im nördlichen Wiener Wald und anderen Gebieten Österreichs. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1933, 59, 257–310.

Seitner, M., Beobachtungen und Erfahrungen aus dem Auftreten des achtzähnigen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. in Oberösterreich und Steiermark in den Jahren 1923 und 1924. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1923, 1—11, 149—162, 270—277 und 1924, 1—23.

Thomas, H. E., Studies on *Armillaria mellea* (Vahl.) Quel., infection, parasitism and host resistance. Journ. of Agric. Research 1934, 48, 187—218.

Wachtl, F., Die krummzähnigen europäischen Borkenkäfer. Mitteilungen a. d. Versuchsw. Österreichs Heft 19. Wien 1895.

Beitrag zur Kenntnis der Gattung Liparthrum (Col. Ipidae)

Von

A. Pfeffer, Prag

(Mit 10 Abbildungen)

Diese Gattung ist mit der ihr verwandten Gattung *Hypoborus* in den Tribus *Hypoborini* (Unterfamilie *Hylesininae)* eingereiht. Sie enthält wenige Vertreter von unbedeutender Größe, die bis auf eine einzige Ausnahme *(Liparthrum Bartschi* Mühl) über das ganze Mittelmeer, Kaukasus, Nordafrika und die Kanarischen Inseln verbreitet sind. In der Literatur werden sie nur selten erwähnt und bilden die Arbeiten von Wichmann (20) und Heymons (4), die eine Abhandlung über ihre Biologie enthalten, eine Ausnahme. Sie entwickeln sich in den verschiedensten Pflanzen — auf den Kanarischen Inseln und in Marokko sind es verschiedene *Euphorbia*-Arten, anderswo sind es meist verschiedene Sträucher aus der Pflanzenfamilie Papilionaceae, welche den Hauptteil der Pflanzengesellschaft Macchie bilden. Aber auch der Maulbeerbaum *(Morus alba)* und Lorbeer gehören zu den Pflanzen, in denen sie sich entwickeln. Ungeachtet der Arten, die sich in der Macchie entwickeln und so die natürliche Sukzession dieser xerothermen Pflanzengesellschaft für die weitere Entwicklung der Waldbestände beschleunigen, kämen vom forstlichen Standpunkt aus betrachtet nur zwei Arten in Frage. Es ist dies *Liparthrum Bartschti* Mühl, welchen wir als einen nützlichen Verderber der Mistel *(Viscum album),* die auf Weißpappeln wächst, bezeichnen können und *Liparthrum corsicum* Eichh., der in den Zweigen der *Pinus pinaster (P. maritima)* vorkommen soll. Diese Angabe Eichhoffs wird jedoch nirgends bestätigt und ist auch ziemlich zweifelhaft, wie aus den weiteren Ausführungen hervorgeht. Da ich jetzt fast alle europäischen und kaukasischen Arten besitze und es mir auch gelang, im Laufe meiner verschiedenen Reisen ein ziemlich zahlreiches Material zu sammeln, und da seit Herausgabe der Reitterschen Bestimmungstabellen (14) einige neue Arten beschrieben wurden, bringe ich eine Übersicht der europäischen und nordafrikanischen Vertreter dieser Gattung. Bei jenen Arten, die in obenerwähntem Werke Reitters nicht angeführt sind, ist auch die Originalbeschreibung beigefügt.

Gattung ***Liparthrum*** Woll. (Insecta Maderensia 1854, p. 294).

Kopf kugelig, unter dem Vorderrande des Halsschildes versteckt. Augen oval, vorne nicht ausgerandet, Fühlergeißel kurz 4gliedrig. Halsschild gewölbt und gerundet 1,3- bis 1,4mal so breit als lang, ± fein punktiert und chagriniert, anliegend behaart und dazwischen mit ovalen, großen nicht ganz anliegenden Schuppen besetzt. Die Scheibe trägt zwei Reihen feiner, kleiner Körnchen, von welchen nur die zwei ersten in der Nähe des Vorderrandes stehenden etwas deutlicher hervorragen. Flügeldecken oval, in Streifen fein punktiert. Der Basalrand ist aufgehoben, fein gezähnt, an der Naht nicht deutlich unterbrochen. Die Streifen der Flügeldecken mit feinen, gereihten, oft nicht ganz anliegenden und hellen Härchen. Die Zwischenräume tragen gereihte, dicke und aufgerichtete Schuppen. Tarsen fünfgliedrig. Erstes Tarsenglied kurz und breit, zweites noch breiter, das dritte lang und nicht zweilappig. Die Gattung umfaßt nur sehr kleine (0,7—1,7 mm) Arten, die alle bis auf eine (*Liparthrum Bartschti* Mühl) im ganzen Mittelmeergebiet, Kaukasus, Kanarieninseln und Madeira vorkommen. Sie leben unter der Rinde verschiedener Pflanzen, wo sie feine Platzgänge mit zahlreichen gesonderten Larvengängen ausnagen.

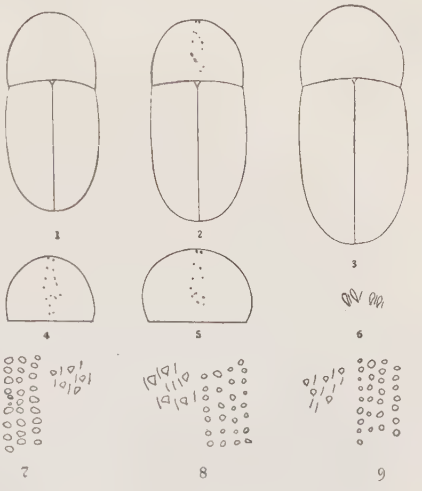


Abb. 1—9

Abb. 1. *Liparthrum mori* Aubé (25mal). Abb. 2. *L. genistae* Aubé (35mal), Abb. 3. *L. Babadjanidis* Egg. (35mal). Abb. 4. *L. corsicum* Eichh. (Halsschild 35mal). Abb. 5. *L. Peyrimhoffi* Pfeff. (Halsschild 35mal). Abb. 6. *L. St. Georgi* Knot. (Haare und Schuppen am Halsschilde 70mal). Abb. 7. *L. corsicum* Eichh. (Haare und Schuppen am Halsschilde und Flügeldeckenstruktur 70mal). Abb. 8. *L. Peyrimhoffi* Pfeff. (dass.). Abb. 9. *L. genistae* Aubé (dass.)

Bestimmungstabelle der europäischen und nordafrikanischen Arten

1. Halsschildbasis in der Mitte zum Schildchen vorgezogen. Die Scheibe ziemlich stark und deutlich punktiert, Flügeldecken sehr stark punktiert, gestreift. Länge 1,4—1,7 mm. *L. inarmatum* Woll.

1a. Halsschildbasis ganz gerade, Scheibe am Vorderrande mit feinen Körnchen 2

2. Flügeldecken sehr kurz, nur 1,3mal so lang als breit. Die Behaarung am Halsschilde und auf den Flügeldeckenstreifen lang und dicht . . . . . *L. cytisi* Egg.

2a. Flügeldecken mindestens 1,40—1,55mal so lang als breit . . . 3

3. Die halbanliegenden Härchen in den groben Flügeldeckenstreifen sind kurz, keines der Härchen erreicht die Basis des nächsten und sie

bilden auch keine geschlossenen Haarstreifen. Die weißen Schuppen der Zwischenräume sind kurz und aufgerichtet. Flügeldecken 1,40—1,45mal so lang als breit (Abb. 1) . . . . *L. mori* Aubé.

3a. Die halbanliegenden Härchen der Flügeldeckenstreifen sind länger, die Härchen erreichen die Basis des nächsten. Sie bilden deutliche geschlossene Längslinien 4

4. Die Haare und Schuppen der Oberseite sind weiß, nicht gelb. Halsschild sehr fein punktiert und ± deutlich chagriniert . . 5

4a. Die Haare und Schuppen der Oberseite sind gelb. Halsschild deutlich punktiert und chagriniert. Flügeldecken an den Seiten mit kräftigen Punktstreifen 10

5. Flügeldecken sehr fein und oft undeutlich punktiert gestreift . . 6

5a. Flügeldecken mit starken und deutlichen Punktstreifen, 1,55mal so lang als breit. Behaarung und Beschuppung nicht rein weiß, sondern etwas gelblich 9

6. Halsschild dicht und lang anliegend behaart, deutlich chagriniert, schwach glänzend. Die Schuppen zwischen den Halsschildhaaren sind keulenförmig, 3mal so lang als breit und so lang als die Haare. Die Körnchen am Halsschilde sind deutlich. Flügeldecken 1,4mal so lang als breit. Länge 1,0—1,2 mm (Abb. 6).
L. St. Georgi Knotek.

6a. Halsschild dicht anliegend behaart. Die Schuppen an der Halsschildscheibe sind ziemlich dicht, aber kurz, oval und höchstens 1—1,5mal so lang als breit. Die Halsschildkörnchen sind deutlich 7

6b. Halsschild spärlich, kurz und anliegend behaart, sehr fein, wenig deutlich punktiert und chagriniert, glänzend. Die spärlichen Schuppen zwischen den Halsschildhaaren sind oval und nur 1—1,5mal so lang als breit. Die Haare selbst sind dünn und 1,25—2mal so lang als die Schuppen am Halsschilde. Die Körnchen sind wenig entwickelt und wenig deutlich. Flügeldecken 1,5mal so lang als breit 8

7. Halsschild deutlich chagriniert und punktiert, schwach glänzend. Die Haare der Halsschildscheibe sind dick und 2—3mal so lang als die Schuppen. Die Flügeldecken schwach aber deutlich in Streifen punktiert, 1,45mal so lang als breit, wenig glänzend und mit dichten, dicken Haaren in Streifen bedeckt, Länge 0.8—1,0 mm.
L. albidum Wichm.

7a. Halsschild sehr fein punktiert und chagriniert, fast matt. Die Haare am Halsschilde sind kurz und nur 1,5—2mal so lang als die Schuppen. Die Flügeldecken sehr fein, aber noch deutlich in Streifen punktiert, fast matt, 1,5mal so lang als breit und mit spärlichen, dünnen Haaren in Streifen bedeckt. Länge 1,2—1,4 mm (Abb. 5, 8) . . . . . *L. Peyrimhoffi* Pfeff.

8. Länge 0,8—1,1 mm. Die Körner am Halsschilde sind fein, aber deutlich. Halsschild an den Seiten abgerundet. Die Punktreihen der Flügeldecken sind kaum erkennbar (Abb. 2, 9). *L. genistae* Aubé.

8a. Länge 1,2—1,3 mm. Die Körner am Halsschilde kaum sichtbar. Halsschildseiten in der hinteren Hälfte ziemlich parallel, wenig gerundet. Die Punktreihen der Flügeldecken schwach ausgeprägt, aber deutlich (Abb. 4, 7) . . . . . *L. corsicum* Eichh. [1]).

9. Halsschild auf der hinteren Hälfte mit feiner punktfreier Mittellinie. Die Halsschildschuppen sind oval, 1,5—2mal so lang als breit und so lang wie die Haare. Länge 1,1—1,2 mm (Abb. 3).
L. Babadjanidis Egg.

9a. Halsschild ohne punktfreie Mittellinie. Länge 1,1—1,5 mm.
L. Arnoldi Semen.

10. Die Haare in den Punktstreifen auf den Flügeldecken sind etwas abstehend. Halsschild matt, am Grunde grob chagriniert und deutlich punktiert. Flügeldecken 1,5mal so lang als breit. Länge 1,1—1,5 mm . . . . . *L. Bartschti* Mühl.

10a. Die Behaarung der Punktstreifen auf den Flügeldecken anliegend. Struktur des Halsschildes wie bei vorigem. Flügeldecken 1,45—1,5mal so lang als breit. Länge 1,4—1,5 mm.
L. colchicum Semen.

In der Tabelle fehlt *Liparthrum andresi* Egg., welcher übrigens ein Nomen nudum ist. Dieser Name wurde in die Literatur durch Kleine (6b, S. 136) eingeführt und entstand durch Verwechslung mit *Phloesinus Andresi* Egg. Siehe auch Pfeffer: Die Borkenkäfer und ihre Standpflanzen (Zeitschrift f. angew. Entomologie XXII, p. 157).

Liparthrum inarmatum Woll.

Wollaston, T. V., Annal. nat. hist. 1860, p. 364; Transact. of. Entomol. Society of London 1862, p. 173.

„Oblongosubovatum, subnitidum, thorace basi bisinuato, post medium dilatato, antrorsum valde angustato, dorso fortiter granulato-punctato, elytris cylindricis, profundissime crenato-striatis, punctis subquadratis, apice obsoletis, interstitiis angustioribus, regulosis, alternatim setis rigidis, longioribus et pilis brevissimis, subtilioribus seriatim adspersis; apice praerupte declivi, subtruncato."

---

[1]) Eichhoff schreibt in seiner Originaldiagnose ausdrücklich über undeutliche Körnchen am Halsschilde bei dieser Art. Auch in seinen dichotomischen Tabellen im Meisterwerk „Die europäischen Borkenkäfer" finden wir als Hauptunterschied zwischen *L. mori*, *L. genistae* und *L. corsicum* dieses Merkmal betont:

1. Halsschild vorne mit zwei Reihen von erhabenen Körnchen.
L. mori und *L. genistae.*

1.′ Halsschild vorne mit zerstreuten, undeutlichen Körnchen . . *L. corsicum.*

Reitter dagegen gibt in seinen Bestimmungstabellen als Trennungsmerkmal folgendes an:

5.″ Die Körner am Halsschilde sehr deutlich, auf der Mitte der Scheibe zwei Reihen bildend . . . . . *L. corsicum* Eichh.

5.′ Die Körner auf der Scheibe des Halsschildes kaum sichtbar, nur zwei in der Nähe des Vorderrandes deutlicher . . . . . *L. genistae* Aubé.

Soweit ich feststellen konnte, waren meist unter dieser Art in den Sammlungen (coll. Clermont-Tolosan, coll. Syrovátka- ex col. Ed. Reitter) Einzelexemplare *L. mori* Aubé eingereiht, welcher auf Korsika ein typischer und häufiger Vertreter dieser Gattung ist.

Eichhoff (3) p. 113—114; Hagedorn (5) p. 69, (5a) p. 29; Kleine (8b) p. 136; Peyrimhoff, R., Bulletin de la Soc. des. science natur. du Maroc 1925, p. 10—11, Annales de la Société etom. de France 1926, p. 386; Winkler (21) p. 1637.

Lebt in *Euphorbia piscatorium* (Wollaston l. c.) und *E. dendroides* (Peyrimhoff l. c.). Fraßbild noch nicht beschrieben. Patria, Madeira, Kanarieninseln (Wollaston l. c.) und Mar.[1]) (Peyrimhoff l. c.).

Liparthrum cytisi Egg.

Eggers, H., Seltene und neue paläarktische Borkenkäfer VI. Entomol. Blätter 1927, 23, p. 121; Kleine (8b) 136; Winkler (21) p. 1635.

„Die gedrungenste Form unter den mir bekannten Liparthrumarten, noch kürzer gebaut als *L. mori;* braun mit blaßgelben Tarsen und Fühlern, der mäßige Glanz durch lange und ziemlich dichte, weiße Behaarung verdeckt. Kopf fein und dicht punktiert, fein und kurz behaart. Halsschild wesentlich breiter als lang, seitlich stark gerundet, größte Breite in der Mitte, nach vorne und hinten fast gleichmäßig abgerundet. Eben hinter dem Vorderrand 2 feine Körnchen. Oberseite nicht sehr stark punktiert, mit zwei Parallelreihen feiner Körnchen. Skulptur verdeckt durch lange, anliegende, ziemlich dicht stehende Haare, untermischt mit wenig zahlreichen, kurzen, hinten breit abgerundeten Schuppen. Hinterrand mit einer Reihe feiner, kurzer Härchen besetzt. Flügeldecken fast ebenso breit und fast doppelt so lang wie das Halsschild, parallelseitig, hinten breit abgerundet. Jede Flügeldecke trägt auf dem Vorderrand neben dem Schildchen 5 dicht gestellte, kräftige Höcker. Reihenpunkte schwach durch lange, anliegende Haare verdeckt, die Zwischenräume tragen sehr weitläufig gestellte, kurze, breit abgerundete, abstehende Schüppchen. Länge 0,8 mm.

Herzegowina. Orešnica. An *Cytisus.*

Liparthrum mori Aubé

Hypoborus mori Aubé. Aubé, Description de deux nouvelles espéces d'*Hypoborus*, Annales de la Soc. Entomol. de France 1862, p. 387; Ferrari (4) p. 18.

Liparthrum mori. Eichhoff (3) p. 112—113, (3a) p. 169—170; Hagedorn (5) p. 69, (5a) p. 29; Kleine (8) p. 186—187, (8b) 136; Korotněv (9) p. 107; Lacordaire (10) p. 380; Luigioni (11) p. 995; Mühl (12) p. 201; Porta (13) p. 353; Reitter (14) p. 55, (14a) p. 58, (15) p. 709; Schaufuß (17) p. 1229; Trédl (19) p. 13; Winkler (21) p. 1635.

Biologie. Eggers (2) p. 289; Heymons (5) p. 86.

In dünnen Zweigen des Maulbeerbaumes *(Morus alba).* Fraßbild siehe bei Heymons. Patria: Ga. m., C. (Barthe 1, p. 190, Saint Claire Deville 16, p. 469). Dalm., It.; (Trédl l. c., Lugioni l. c.), Alg.; (Kleine 8a, p. 14, 1914.).

Liparthrum St. Georgi Knotek

Knotek, Eine neue europäische *Liparthrum*-Art aus Griechenland. Wiener entom. Zeitung 1895, p. 89; Kleine (8), (8a), (8b) p. 136; Korotněv (9) p. 107; Porta (13) p. 353; Reitter (14a) p. 59; (15) p. 709; Schaufuß (17) p. 1229; Spessivtseff (18) p. 97; Trédl (19) p. 13; Winkler (21) p. 1635.

Lip. Georgi Hagedorn (5) p. 69, (5a) p. 29.

Wurde in Zweigen des Strauches *Anagyris foetidae* (Knotek l. c.) und in *Calycotoma* sp.? beobachtet (leg. Pfeffer-Attica-Hagios Theodoros, IV, 1936). Fraßbild siehe Abb. 10a. Patria: Gr., Dalm. (Trédl l. c.), Crim, Cauc. (?) (Spessivtseff l. c.).

---

[1]) Abkürzungen laut: Cat. Coleopt. Winkler Wien 1932.

Liparthrum albidum Wichm.

Wichmann H. (20) p. 19—21. „Kürzere und kleine Art. Einfarbig, sehr dunkel braun bis schwarz, Beine rotbraun. Fühler gelb. Die nett geordnete Behaarung bei nicht vollständig ausgefärbten Stücken gelblichweiß, bei dunklen grauweiß, kräftig und dicht. Kopf matt, rauh und fein, nicht sehr dicht punktiert, weißlich behaart. Halsschild quer, eiförmig, Basis gerade, die Seiten stark, nach hinten ungleich kräftiger als vorne gerundet, die Hinterecken undeutlich, die größte Breite kurz vor der Basis. Die Verengerung nach vorne ist schief und flach. Glanz durch eine sehr regelmäßige, mikroskopische Feinstruktur (Felderung) gedämpft. Punktierung gleichmäßig, dicht. Medianhöckerchen zwei rückwärts (d. i. in der Mitte des Halsschildes) aufgelöste und dort mehr wirre Parallelreihen bildend, die ersten beträchtlich vom Vorderrand abgerückt; 5—6 Paare. Vorderrand flach gerundet, auch nicht angedeutet ausgeflacht. Flügeldecken eineinhalbmal so lang als breit, schmäler als der Thorax, nach hinten merklich verbreitert oder parallel, die Seiten gerade, rückwärts stumpf und quer abgeschlossen. Die Reihen erscheinen wie feine Linien und bestehen aus mäßig tiefen, runden Punkten. Im Absturze erlöschen sie. In den Seiten sind die Punkte im Vergleich zu denen der inneren Reihen sehr kräftig, außerdem viereckig und tiefer eingedrückt, die Zwischenräume schmäler als die Streifen. Die Spatien der inneren Streifen sehr breit, eben, mit einer Reihe entfernter Punktkörnchen. Diese lassen die Skulptur der Elytren trotz Glanzes derselben rauh erscheinen. Naht fein fadenförmig erhöht, gekerbelt. Absturz deutlich schmal längs eingedrückt. Thorax dicht, nach rückwärts gestrichen behaart, dazwischen einzelne Schüppchen; Flügeldecken in den Reihen mit deutlichen (bei intakten Tieren) vollkommen geschlossenen Haarbörstchenreihen, in den Intersitien mit aufgerichteten Schüppchen (16—20), Long. 0,8—1,0 mm. Patria: Insel St. Andrea bei Rovigno, Umgebung von Pola, Insel Brioni. *L. albium* gehört in die nächste Verwandtschaft des *L. St. Georgi* Knot. In *Spartium junceum* L."

Kleine (8b) p. 136; Porta (13) p. 354; Winkler (21) p. 1635 Luigioni (11) p. 995.

Lebt in dünnen Zweigen von *Spartium junceum*; Fraßbild und Biologie wurde auch von Heymons (6) p. 85 geschildert. Patria: Istria (leg. Wichmann).

Liparthrum peyrimhoffi Pfeff.

Pfeffer, Notulae Ipidologicae III-Symbolae ad cognitionem generis *Liparthrum* Woll., Příspěvek k poznání rodu *Liparthrum* Woll. Acta Societatis entomol. Bohemiae XXXVIII, 1941, p. 1—2.

„Oblongum, fuscum, haud nitidum, antennis pedibusque flavotestaceis. Pilis et squamulis albidis. Thorace semielliptico, basi truncato, subtillime microsculpturato et punctato, duabus seriebus irregularibus tuberculorum spinuliformium manifestis, dense depresse longius pilosello. Squamulis thoracis densis, ovalibus, brevioribus, latitudine sua 1—1,5× longioribus, pilis tenuibus quam squamulae 1,5—2× longioribus. Elytris cylindricis, haud nitidis, subtillime sparse sed distincte lineatopunctatis, 1,5× sua latitudine longiribus. Striis pilis sparsis, tenuioribus et longioribus seriatis adspersis; ita ut pili tenuiores depressi, veluti contecti lineas longitudinales continuas exhibeant. Interstitiis planis, seriebus regularibus folioliformibus squamulis haud dense obsitis. Long. 1,2—1,4 mm.

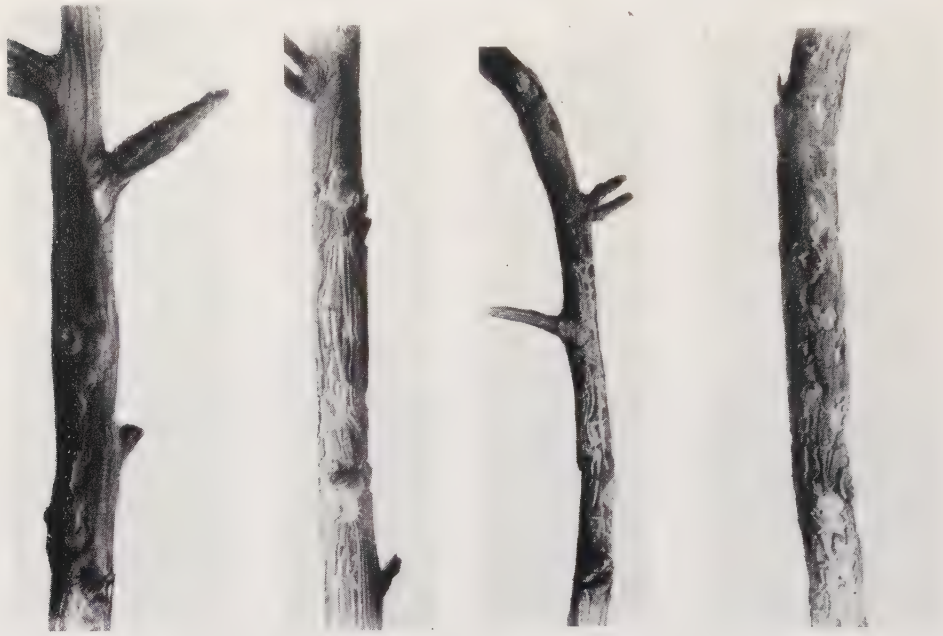
Habitat in ramis et frondibus *Calycotomae* sp. in *Querceto lusitanicae*, *Quercetum affares* et in *Genista* sp. in *Cedreto mixto*.

Patria: Algeria (Laverdure, Djebel Aurez, leg. Pfeffer VI, 1932).

Differt a *Liparthro albido* Wichm., cui proximum, statura majore, prothorace subtillime microsculpturato et punctato. Pilis prothoracis et elytris tenuioribus. A Lip. corsico Eichh. differt thorace dense longiusque pilosello, haud nitido, anterius tuberculis distinctis notato.

Hanc novam egregiam speciem in honorem domini clarissimi R. de Peyrimhoff animo devoto nomino."

Lebt in *Calycotoma* sp. in *Quercetum lusitanicae* und *Quer. affares*, sowie in einer strauchartigen *Genista*-Art in *Cedretum mixtum* in Algerien. Fraßbild siehe Abbildung 10b.



a *b* *c* *d*

Abb. 10. Fraßbild von *a Liparthrum St. Georgi* Knot., *b L. Peyrimhoffi* Pfeff., *c L. genistae* Aubé, *d L. corsicum* Eichh. (natürliche Größe)

Liparthrum genistae Aubé

Hypoborus genistae Aubé. Description de deux nouvelles éspèces d'*Hypoborus*. Annales de la Soc. entomol. de France 1862, p. 388; Ferrari (4) p. 18—19.

Liparthrum genistae Eichhoff (3) p. 111—112, (3a) p. 170; Hagedorn (5) p. 69, (5a) p. 29; Kleine (8) p. 186—187, (8b) p. 136; Lacordaire (10) p. 380; Luigioni (11) p. 995; Porta (13) p. 354; Reitter (14)) p. 55, (14a) p. 59, (15) p. 709; Schaufuß (17) p. 1229; Trédl (19) p. 13; Winkler (21) p. 1635.

Lebt in strauchartigen Papilionaceaen: *Genista numidica* var. *sarotes* (Peyrimhoff, Notes sur la biologie de quelques coleoptères phytophagues du Nord Africain, Annales de la Soc. entomol. de France 1919, p. 25). *Genista horrida, Spartium junceum, Calycotoma* div. sp. Fraßbild siehe Abbildung 10c. Patria: Ga. m. (Trédl l. c., Porta l. c., Lugioni l. c., Barthe 1, p. 190, Saint Claire Deville 16, p. 470), It. (Trédl l. c., Porta l. c., Lugioni l. c.), S. (Luigioni l. c., Porta l. c., Eggers, H., Sardische Borkenkäfer. Ent. Blätter 1912, 8, S. 29), Hisp. (Kleine 8a, p. 242, 1913), Alg. (Peyrimhoff l. c.), Tun.-Hamam Life (leg. Pfeffer VI, 1932).

Liparthrum corsicum Eichh.

Eichhoff, W., (3) p. 110—111 „Oblongum, angustum, cylindricum piceo-nigrum, subnitidum; thorace semielliptico, basi truncato, dorso rarius aequaliter

subgranulate punctato; elytris subtilissime lineato-punctatis, inaequaliter setis e rectis, obtusis et pilis subtilioribus contextis seriatim adspersis. Long. 1,3 mm"; (3a) p. 17—171.

Barthe (1) p. 190; Hagedorn (5) p. 69, (5a) p. 28; Kleine (8b) p. 136; Luigioni (11) p. 995; Porta (13) p. 354; Reitter (14) p. 56, (14) p. 59, (15) p. 709; Schaufuß (17) p. 1229; Saint Claire Deville (16) p. 1635; Winkler (21) p. 1635; Pfeffer A., Die Borkenkäfer und ihre Standpflanzen. Zeitschrift für angew. Entomolgie XXII, p. 157.

Bei der Beschreibung dieser Art (in dem Werke Ratio, descriptio usw.) führt Eichhoff ihre Standpflanze nicht an; erst 2 Jahre später erwähnt er in seinem Werke „Die europäischen Borkenkäfer", daß sie nach Angaben Diecks in den Zweigen der Strandkiefer *Pinus pinaster (P. maritima)* vorkommen soll. Diese Angabe haben auch alle späteren Autoren übernommen und wir finden sie in allen Abhandlungen über diese Art. Eine Ausnahme bildet die Arbeit Kleines „Die Borkenkäfer und ihre Standpflanzen", wo er auf Seite 136 *Genista* erwähnt, auf Seite 608 jedoch führt er wieder als Standpflanze die Strandkiefer an.

Da die Angabe Diecks von keinem der späteren Entomologen bestätigt wurde und es auch mir nicht gelang, auf Korsika im Mai 1928 trotz mühevollem Suchen auf der Strandkiefer *Pinus pinaster* L. *corsicum* zu finden, bezweifle ich die Richtigkeit dieser Angabe. Meine Vermutung wird noch dadurch bestätigt, daß ich damals unweit Ajaccia eine Liparthrumart auf Ginster, *Genista scorpius*, sammelte, auf welche die Beschreibung Eichhoffs gut paßte. Ein späterer Vergleich meiner Exemplare mit *Lip. corsicum* Eichh., die in den Sammlungen des Pariser entomologischen Museums aufbewahrt sind, bestätigte, daß meine Angaben richtig sind.

Ginster, *Genista scorpius*, bedeckt reichlich die Dünen der dortigen Meeresküste und hat auch eine interessante und charakteristische Biozönose. *Liparthrum corsicum* Eichh. lebt unter der Rinde des Stengels gemeinsam mit den Larven der Bockkäferart *Deilus fugax* Ol, der Prachtkäfer *Anthaxia funerula* ssp. *Wagneri* Obenb, *Acmaeodera adspersula* Illig und des Pochkäfers *Anobium fulvicorne* (ssp.?) Strm. Im Sande zwischen den Sträuchern wimmelte es von verschiedenen Schwarzkäfern (wie *Tentyria ligurica* v. *dentibasis* Rtt., *Pachyhile Servillei* Sol.), die hauptsächlich von toten Ameisen leben, deren zahlreiche Nester überall zu sehen sind.

Das Fraßbild des *Lip. corsicum* Eichh. ist dem Fraßbild der übrigen Arten dieser Gattung ähnlich. Der ziemlich breite Platzgang (Abb. 10d) mit zahlreichen Larvengängen wird oft von Larvengängen der obenerwähnten Xylophagen gekreuzt.

Patria: C. (Loc. class., Barthe l. c., Luigioni l. c., Porta l. c., Saint Claire Deville l. c., Campo d'Oro bei Ajaccio, leg. Pfeffer V, 1928), It. (?), Trédl 19, p. 13, Kleine (8a, 1913), p. 247.

Liparthrum Babadjanidis Egg.

Eggers, H., Vier weitere paläarktische Borkenkäfer. Deutsche entomol. Zeitschr. 1910, p. 558; Korotněv (9) p. 107; Pjatnitzkij, G. K., Dodavlenije

к statě V. N. Starka „Koroedi Černomoskovo poberežija“ (Addition au travail de M. V. N. Stark „Les scolytiens du littoral de la Mer Noir“). Rev. Russ. Entomol. 1931, p. 162—165; Reitter (14a) p. 60; Schaufuß (17) p. 1229; Spessivtseff (18) p. 96; Winkler (21) p. 1635.

Entwickelt sich in *Periploca graeca* (Pjatnitzkij l. c.) im Kaukasus. Fraßbild noch nicht beschrieben.

Liparthrum Arnoldi Sem.

Semenov, A., Novae Scolytidarum species e fauna Rossia et Asia centralis. Rev. Russ. Entomol. II, 1902, p. 27; Hagedorn (5) p. 69, (5a) p. 28; Kleine (8b) p. 136; Korotněv (9) p. 107; Reitter (14a) p. 59, (15) p. 709; Schaufuß (17) p. 1229; Winkler (21) p. 1635; Spessivtseff (18) p. 96. Wurde auch in *Periploca graeca* im Kaukasus getroffen. Fraßbild unbekannt.

Liparthrum Bartschti Mühl.

Mühl (12) p. 201—202; Formánek R., Kurovci v Čechách a na Moravě žijici, Praha 1907, p. 23, 26, Kurovci zemí sudetských, Věstnik přirodovědeckého klubu v. Prostějově, 1900, p. 12; Hagedorn (5) p. 69, (5a) p. 28; Kleine (8) p. 186—187, (8b) p. 136; Reitter (14) p. 55, (14a) p. 60, (15) p. 709; Schaufuß (17) p. 1229; Trédl (19) p. 13; Winkler (21) p. 1635.

Biologie: Entwickelt sich in der Mistel *Viscum album*, die auf Weißpappeln wächst. (Eggers 2, p. 289, Heymons 6, p. 85.) Bisher nur aus Niederösterreich bekannt.

Liparthrum colchicum Sem.

Semenov, A., Duae novae Scolytidarum species e Rossia, Rev. Russ. Ent. 1903, p. 79; Hagedorn (5) p. 69, (5a) p. 28; Kleine (8) p. 186—187, (8b) p. 136; Korotněv (9) p. 107; Luigioni (11) p. 995; Porta (13) p. 354; Reitter (14a) p. 60; (15) p. 709; Schaufuß (17) p. 1229; Spessivtseff (18) p. 97; Trédl (19) p. 12; Winkler (21) p. 1635.

Lebt im Lorbeerbaum (Laurus nobils) und seine Biologie wurde von Wichmann (20) p. 19—21, Heymons (6) p. 83—84 gegeben. Patria: Cauc. Istr. (leg. Wichmann).

Schrifttum

1. Barthe, E., Catalogue coleopterum galliae te Corsicae. Narbonne 1896.
2. Eggers, H., Zur Verbreitung und Lebensweise einiger europäischer Borkenkäfer. Naturwiss. Zeitschr. für Land- und Forstwirtsch. 1906, p. 281—290.
3. Eichhoff, W., Ratio, descriptio, emendatio eorum Tomicinorum. Liege 1878, 3a. Die europäischen Borkenkäfer. Berlin 1881.
4. Ferrari, J. A., Die forst- und baumzuchtschädlichen Borkenkäfer. Wien 1867.
5. Hagedorn, M., Ipidae (genera Insectorum) Bruxelles 1910, 5a. Coleopter. Catal. Pars. Ipidae. Berlin 1910.
6. Heymons, R., Die Fraßfiguren der Hypoborinen. Zeitschr. für wissenschaftl. Insektenbiologie 1920, XVI, p. 81—90.
7. Jacquelin du Val, Farmaire L. Genera des coleoptères d'Europe, IV. Paris 1868, p. 163.
8. Kleine, R., Die europäischen Borkenkäfer und ihre Nahrungspflanzen in statistisch-biologischer Beleuchtung. Berlin. entomol. Zeitschr. 1908, p. 186—187, 213—232, 8a. Die geographische Verbreitung der Ipiden.

Entomol. Blätter 1912, 1913, 8b. Die Borkenkäfer und ihre Standpflanzen. Zeitschrift f. ang. Entomol., XXI., 1934/35, p. 123—181, 597—646.
9. Korotněv, N. J., Koroedi, Moskva 1926.
10. Lacordaire, J. Th., Histoire naturelle des insectes. Genera des Coleptères VII. Paris 1866.
11. Luigioni, A., Coleotteri d'Italia. Mem. Pont. Acc. Scient. Roma 1929.
12. Mühl, Übersicht der europäischen Arten der Coleopterengattung Liparthrum. Wiener entomol. Zeitung 1891, p. 201/2.
13. Porta, A., Fauna Italica vol. V, Piacenza 1932.
14. Reitter, E., Bestimmungstabellen der Borkenkäfer aus Europa und den angrenzenden Ländern. Ed. I, 1894, 14a; Ed. II. Paskau 1913.
15. Reitter, E., Heydn, u. Weise, Catalogus coleopterorum Europeae, Caucassi et Armeniae Rossicae. Berlin, Paskau, Caen 1906.
16. Saint Claire Deville, Catalogue critique des coleoptères de la Corse.
17. Schaufuß, C., Calvers Käferbuch. Stuttgart 1916.
18. Spessivtseff, P., Opreditel koroedov. Moskva 1931.
19. Trédl, R., Nahrungspflanzen und Verbreitungsgebiete der Borkenkäfer Europas. Entomol. Blätter 1907.
20. Wichmann, H., Die Borkenkäfer Istriens. Entomol. Blätter 1916, XII, p. 11—29.
21. Winkler, A., Catalogus Coleopterorum regionis palearcticae. Wien 1932.

(Aus dem Königl. Ungar. Institut für Pflanzenhygiene, Abt. für Zoologie)

Die Artengruppen Tetrastichus flavovarius auct. und T. brevicornis auct.

Ein Beitrag zur Systematik der Gattung Tetrastichus Hal. s. l. (Hym. Chalc. Eulophidae)

Von

Dr. G. von Szelényi, Budapest

(Mit 9 Abbildungen)

A. Einleitung

Obzwar die Arten der Eulophidengattung *Tetrastichus* Hal. vielleicht die am häufigsten vorkommenden Chalcididen überhaupt sind und obgleich eine stattliche Anzahl der Arten als Parasiten von Schädlingen auch in der angewandten entomologischen Literatur in wachsendem Maße behandelt wird, sind bezüglich dieser Gattung unsere Kenntnisse geradezu unglaublich lückenhaft, ja sogar eine entsprechende Klarstellung und Abgrenzung der paläarktischen Arten hat überhaupt noch nicht stattgefunden. Alle unsere Kenntnisse beruhen in dieser Hinsicht eigentlich noch immer auf Thomsons hervorragender Arbeit aus dem Jahre 1878 und auf dem mutigen Unternehmen Kurdjumows aus dem Jahre 1913. Letzteres kann nur als der erste Schritt zu einem Versuch die Gattung monographisch zu bearbeiten gewertet werden, dem jedoch durch den leider so frühen Tod des hoffnungsvollen, russischen Chalcididologen keine weiteren Schritte folgten und es fehlt daher noch immer an einer zeitgemäßen Monographie.

Inzwischen häufen sich aber die verschiedensten biologischen Angaben für Arten dieser Gattung, speziell in der angewandt-entomologischen Literatur. Es wird über die Biologie und über die Wirte dieser Arten berichtet, welche auf Grund der Kurdjumovschen Bestimmungstabellen nur halbwegs richtig bestimmt werden und welche selbst in morphologischer Hinsicht noch keineswegs festgesetzt wurden. Sind die Unterscheidungsmerkmale in diesen Tabellen für ganze Artengruppen vollkommen unsicher und unzulänglich, so sind die zur Verfügung stehenden Beschreibungen fast ausnahmslos älteren Ursprungs und rühren am häufigsten noch von

dem Erstbeschreiber her. Unter den Synonymen sind Arten aufgeführt, deren Identität unmöglich ist (z. B. *inunctus* mit *pachyneurus* nach Kurdjumov oder *brevicornis* mit *cecidomyiarum* nach Dalla Torre). Ja nicht einmal die Gattung selbst ist entsprechend klargestellt. Die 2 Ringglieder, die für die Gattungstype *T. miser* Nees angegeben werden, wurden höchstwahrscheinlich nur hypothetisch festgestellt, denn diese Art, unglücklicherweise als die Genotype designiert, wurde seit Nees und Walkers Zeiten anscheinend durch keinen Menschen wieder aufgefunden, noch weniger neu beschrieben. Die Mehrzahl der europäischen „*Tetrastichus*"-Arten zeigt aber gänzlich abweichende Verhältnisse in der Zahl dieser Ringglieder und gehört infolgedessen verschiedenen anderen Gattungen an (dieselben wurden hauptsächlich durch Girault beschrieben), ganz abgesehen von dem trostlosen Durcheinander, das über den durch Walker beschriebenen, zahlreichen Arten herrscht, deren Mehrzahl auf Grund der gleichförmigen, ich möchte fast sagen: schematisierten Originaldiagnosen unmöglich gedeutet werden kann.

Es ist also die 12. Stunde für eine monographische Bearbeitung der paläarktischen Arten gekommen, wenn man nicht gewillt ist untätig zuzusehen, daß die Verwirrung der durch die wachsende Anzahl, der auf ungenügend beschriebenen Arten festgesetzten biologischen Angaben, nur noch größer wird. Der einzige Weg hierfür eine solide Grundlage zu schaffen, scheint die Bearbeitung eines durch Zucht erhaltenen Materials zu sein, das auch in bezug auf die Variationsbreite der einzelnen Arten Aufschlüsse verschaffen läßt und die Möglichkeit bietet das etwaige Vorhandensein von biologischen Rassen oder Arten zu beweisen. Es ist nämlich nach meiner Ansicht ziemlich wahrscheinlich, daß es sich bei einer Anzahl von Arten mit der Morphologie allein nicht auskommen läßt, zum mindesten ohne exakte Zuchtversuche nicht (vgl. die neueste Entwicklung unserer Kenntnisse über Arten der Gattung *Trichogramma*).

In der Absicht zu einer monographischen Bearbeitung der Gattung *Tetrastichus* Hal. s. l. zu gelangen, möchte ich einstweilen die beiden Artengruppen *flavovarius* und *brevicornis* behandeln. Auf Grund eines eingehenden Studiums der einschlägigen Literatur, ferner auf Grund von verschiedenen Zuchtergebnissen, habe ich getrachtet die Arten genau zu umgrenzen, möglichst gründlich zu beschreiben und dadurch den ersten Baustein für eine Monographie dieser Gattung zu liefern.

B. Kritische Revision der Literatur

1. Für *T. flavovarius* auct.

Eulophus flavovarius wurde durch Nees im Jahre 1834 (S. 164) beschrieben. Eine gewissenhafte Analyse der Originaldiagnosen lehrt uns bald, daß diese Art 4 Fadenglieder und Keule besitzt („... flagelli articulis quinque distinctis..." Nees rechnet den Pedicellus nicht zu dem Faden),

sie ist demnach überhaupt kein *Tetrastichus*! Schon am wenigsten *T. flavovarius* auct., denn Nees berichtet von Metallfarben, während sich letztgenannte Art, im Sinne Ratzeburgs, Thomsons und Kurdjumovs eben durch das vollkommene Fehlen solcher Farben auszeichnet. Im Jahre 1839 (S. 200) beschrieb Walker *Cirrospilus armaeus*, den er im Jahre 1848 (S. 218) mit *Eul. flavovarius* synonymisierte. In der Originalbeschreibung tritt die 4gliedrigkeit des Flagellum noch klarer zum Vorschein, um so mehr, da Walker auch schon über das Vorhandensein eines Ringgliedes zu berichten weiß („... articulus 3 brevissimus, 4-us fusiformis, 6-us et 7-us breviores, clava longiovata articulo 7-o multo longior"). Walker berichtet gleichzeitig über eine Wirtsangabe: die Art soll aus Knospen von *Ulex nana* (also wahrscheinlich aus *Asphondylia ulicis!*) gezogen worden sein. Eine Angabe, die eigentlich für *T. flavovarius* auct. spricht; demgegenüber steht aber die eiserne Tatsache fest, daß die Zahl der Flagellumglieder genetisch von derjenigen von *Tetrastichus* verschieden ist, ferner die leicht vorstellbare Möglichkeit, daß sich Walker bei der Bestimmung des durch Zucht erhaltenen Tieres einfach auf Grund der ähnlichen Färbung geirrt habe. Noch vorher im Jahre 1841 beschrieb Förster (S. 41) *Eulophus setiseries*, die mit *T. flavovarius* der späteren Autoren identisch und somit die älteste Beschreibung dieser Art ist. Sie wurde (auf Grund der vorgeführten Tatsachen) unrichtig durch Reinhard im Jahre 1858 (S. 16) mit *armaeus* Walk. und *flavovarius* Nees zugunsten des letzteren synonymisiert. Im Jahre 1848 wurde *Eul. flavovarius* Nees durch Ratzeburg (S. 164) neu beschrieben und zwar nach Exemplaren, die er aus „*Tinea populella*" und „*Cecidomyia salicina*" erhalten hatte. Der Autor war selber nicht vollkommen sicher in seiner Bestimmung und führt auch die Gründe hierfür an (z. B. das Fehlen von Metallfarben). Die Gliederzahl des Flagellums ist ihm nicht aufgefallen, denn er rechnete den Pedicellus zu dem Faden und glaubte wohl, daß Nees dasselbe tat.

Im Jahre 1867 beschrieb Rondani (S. 39) *Lopodytes prunicola*, deren Beschreibung durch denselben Autor im Jahre 1877 (S. 184) wiederholt wurde. Der Wirt ist nach Rondani *Asphondylia pruniperda* Rnd. Die Beschreibung und die wenig gelungene Abbildung läßt in dieser Art zweifellos *T. flavovarius* auct. erkennen. Als genus *sedis incertae* wird diese Gattung durch Dalla Torre (1898, 71) vorgeführt.

Daß die beiden Arten, nämlich *T. flavovarius* Nees bzw. Ratz., nicht identisch sind, davon war Thomson zweifellos überzeugt, als er *flavovarius* Ratz. nec Nees in *varius* umtaufte und in der Beschreibung zweifellos den *flavovarius* auct. im heutigen Sinne wiedergab (1878, S. 294). Dalla Torre (1898, S. 15) führt die vermeintliche Synonymie von *T. flavovarius* Nees nach Reinhard vor, während er *varius* Thoms. als eigene Art (S. 24) betrachtet (syn. *flavovarius* Ratz.). Im Jahre 1877 veröffentlicht Laboulbène aus dem Nachlaß Girauds die Auf-

zeichnungen des letztgenannten über parasitische Hymenopteren. Darin findet sich eine Angabe für *T. flavovarius* Nees, in der als sein Wirt „*Cecidomyia sarothamni*“ angegeben wird. Im Jahre 1908 (S. 107) wurden durch De Gaulle (sic: *flavovarius* Nees nec Ratzb.) als Wirte *Contarinia medicaginis* und *Rhabdophaga saliciperda* angegeben. Die nächste Angabe stammt aus dem Jahre 1913 als Kurdjumov in seiner berühmten Bestimmungstabelle diese Art im heutigen Sinne vorführt und folgende Synonyme beigibt: *armaeus* Walk., *flavovarius* Ratz., *collega* Ratz., *setiseries* Först., *diversus* Först., *varius* Thoms. *Eulophus collega* wurde durch Ratzeburg im Jahre 1844 (S. 164) beschrieben. Sie wurde zusammen mit *Hyperteles elongatus* Först. aus *Hormomyia fagi* gezogen. *Eulophus diversus* beschrieb Förster im Jahre 1841 (S. 41) zusammen mit *setiseries*. Prinzipiell läßt sich gegen die Synonymisierung dieser beiden Arten auf Grund der Originalbeschreibungen nichts einwenden. Was Ratzeburgs *collega* anbetrifft, so würden in dieser Frage Zuchtverfahren entsprechende Klarheit verschaffen. Die Försterschen Typen sind wahrscheinlich noch zugänglich, ich muß aber gleichzeitig bemerken, daß Kurdjumov meines Wissens im Wiener Museum in der Försterschen Sammlung Untersuchungen ausführte und daß vielleicht die Synonymisierung von *E. diversus* durch seine persönlichen Untersuchungsergebnisse begründet wurde. Erst im Laufe der letzten Jahre wurde wiederum über diese Art berichtet. Im Jahre 1935 erhielt sie Barnes in England aus *Rhabdophaga saliciperda* Duf., *R. triandraperda* Barn., *R. purpureaperda* Barn. und *R. justini* Barn. In demselben Jahr berichtet Morris über das Vorhandensein dieser Art auf der Insel Cyprus, wo sie aus *Asphondylia gennadii* March. gezogen wurde. Im Jahre 1936 wird sie aus demselben Wirt auf der Insel Kreta durch Isaakides gezogen.

2. Für *T. brevicornis* auct.

Cynips brevicornis wurde im Jahre 1804 (S. 134) durch Panzer beschrieben[1]). Obzwar diese Beschreibung sehr kurzgefaßt ist, läßt sie deutlich auf eine schwarz (dunkel) und gelb gefärbte Art schließen. Im Jahre 1808 (S. 160) veröffentlicht Spinola eine auffallend gut gelungene Neubeschreibung unter dem Namen *Diplolepis brevicornis*. Seine Diagnosen weisen unmißverständlich auf eine Art hin, die ohne Metallfarbe ist und durch reiche gelbe Zeichnung auffällt. Meines Erachtens ist diese Art die gegenwärtige *flavovarius* auct., übrigens eine der häufigsten *Tetrastichus*-Arten. Es ist also wohl verständlich, daß sie seit den ältesten Zeiten bekannt ist. Im Jahre 1834 (S. 165) gab Nees eine Neubeschreibung, sein *T. brevicornis* ist aber eine gelbgefleckte, metallisch blaue Art. So-

[1]) Eine Abschrift der Originaldiagnosen übermitteite mir Herr Direktor Dr. H. Sachtleben in überaus freundlicher Weise, wofür ich auch an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen will.

weit es sich an Hand von Diagnosen älterer Autoren überhaupt feststellen läßt, zweifellos synonym mit *Cirrospilus eurytus* Walk. 1839 (S. 202). Der Mangel an morphologischen Merkmalen wird in diesem Falle durch das Hervorheben der sehr charakteristischen Färbung ersetzt. Im Jahre 1846 (S. 74) wird von demselben Autor diese Art in die Gattung *Tetrastichus* überführt. Nachdem aber nun die mißverstandene Art *T. flavovarius* auct. von Nees im Sinne der vorangehenden Erwägungen durch *T. brevicornis* Pz. ersetzt werden muß, ist *T. brevicornis* Nees et auct. als synonym zu *T. eurytus* Walk. anzusehen und die Gültigkeit hat diese letztere Benennung.

Im Neesschen Sinne wurde *T. brevicornis* durch Thomson im Jahre 1878 (S. 290) neu beschrieben, die also ebenfalls synonym zu *eurytus* Walk. ist. Als synonym zu seiner *brevicornis* führt Thomson *cecidomyiarum* Ratz. (also wohl Bché) vor. Die Identität dieser beiden Arten ist aber unvorstellbar und da letztere mir aus *Artemisia*-Gallen bekannt ist, bin ich von der Verschiedenheit der beiden überzeugt.

Zuchtangaben älteren Ursprungs für *T. eurytus* sind vollkommen unrichtig. Dalla Torre zählt im Jahre 1898 (S. 11) folgende Wirte auf: *Cecidomyia artemisiae*, *Lasioptera rubi* und *Rhodites eglanteriae*. Erstgenannte Angabe ist unrichtig, weil sie sich auf *T. cecidomyiarum* Bché. bezieht, der wie gesagt nichts mit *eurytus* Walk. zu tun hat; die zweite Angabe wurde durch Kirchner im Jahre 1856 (S. 244) für *Trichoceras erythrophthalmus* Ratz. *Entedon cecidomyiarum* Bché. und *Entedon cyniphidum* Ratz. gegeben und bezieht sich ebenfalls auf *T. cecidomyiarum* Bché. und wurde nur durch die unrichtige Synonymisierung der beiden letzten Arten mit *brevicornis* auct. als Wirte dieser Art gegeben. Dasselbe geschah mit *Rh. eglanteriae* die für *Geniocerus cyniphidum* Ratz. (1848, S. 175) angegeben wurde. Letztere ist übrigens weder mit *brevicornis* auct. noch mit *cecidomyiarum* Bché. identisch. Im Jahre 1908 (S. 107) stellt De Gaulle *T. eurytus* für Frankreich fest. Zu den schon erwähnten Wirten führt er noch eine „*Agromyza* sp." vor. Mit welchem Recht bleibt fraglich und die Quelle, aus der De Gaulle diese Angabe genommen hat, ist mir vorläufig unbekannt.

Nach fast einem Jahrzehnt beginnt ein wahrer Aufschwung in der Veröffentlichung von biologischen Angaben über *T. eurytus*. Nachdem alle diese Angaben nach dem Erscheinen von Kurdjumovs Arbeit veröffentlicht wurden, bezieht sich jede Feststellung für *brevicornis* auct. automatisch auf *eurytus* Walk., falls die Identifizierung in allen diesen Fällen richtig vollbracht wurde, woran kaum zu zweifeln ist, da sich die Bestimmung mit Hilfe Kurdjumos Tabellen in diesem Falle unschwer durchführen läßt. Im Jahre 1915 gibt Borodin als Wirt *Contarinia tritici* Kby. für Rußland an, im Jahre 1925 Speyer (S. 101) *Perrisia brassicae* Winn. für Deutschland, im Jahre 1927 Ferrière *Perrisia pyri* Bché. für England, im Jahre 1932 Nikoljskaja *Bruchophagus gibbus*

Boh. für Rußland. Im darauffolgenden Jahr wird durch denselben Autor die Vermutung ausgesprochen, daß *T. brevicornis* vielleicht mit *T. venustus* Gah. synonym wäre. Ich halte es nicht für wahrscheinlich, denn letztere Art scheint in mancher Hinsicht anders gestaltet zu sein. Im Jahre 1934 veröffentlicht Jancke (S. 45) nochmals die Angabe über *Lasioptera rubi*, sich dabei auf *Enslin* (1933, S. 134ff., mir leider unbekannt) berufend.

3. Schlußfolgerungen

T. flavovarius Nees (syn. *T. armaeus* Walk.) ist nach meiner Ansicht überhaupt kein *Tetrastichus*, dagegen ist *Tetrastichus flavovarius* auct. (non Nees) als synonym zu *T. brevicornis* Panz. (et Spin. nec Nees) zu betrachten.

Die Synonymie von *T. brevicornis* Pz. kann folgendermaßen festgesetzt werden: *Cynips brevicornis* Panz. 1804, *Diplolepis brevicornis* Spin. 1808, *Eulophus setiseries* Först. 1841, *E. diversus* Först. 1841?, *Entedon flavovarius* Ratz. 1848, *Lopodytes prunicola* Rud. 1867, *Tetrastichus varius* Thoms. 1878, *Geniocerus flavovarius* Kurdj. 1913. —

T. brevicornis Nees. ist nicht identisch mit *T. brevicornis* Pz. und infolgedessen hat der Walkersche Name *T. eurytus* die Priorität. *T. brevicornis* Nees. et auct. (nec. Pz.) ist also identisch mit *T. eurytus* Walk.

Die Synonymie von *T. eurytus* Walk. ist folgende: *Cirrospilus eurytus* Walk. 1839, *Eulophus brevicornis* Nees 1834, *Tetrastichus eurytus* Walk. 1846, *T. brevicornis* Thoms. 1878, *Geniocerus brevicornis* Kurdj. 1913.

C. Bestimmungstabelle der Arten der Gruppen *T. brevicornis* Pz. und *T. eurytus* Walk.

Die hier zur Beschreibung gelangenden Arten (*citrinus* Först. ausgenommen) wurden auf Grund Kurdjumovs Tabellen teils als *G. brevicornis* teils als *G. flavovarius* gedeutet, denn die Bestimmung wurde fast ausschließlich auf Unterschiede in der Färbung gegründet. Im Falle dieser Arten existieren aber sehr gute morphologische Merkmale und eine teils kraß verschiedene Biologie (Wirtsverhältnis).

Mit Ausnahme von *T. brevicornis* Pz., welche Art 3 Ringglieder im weiblichen Geschlecht hat, haben alle andere Arten 4 Ringglieder. Erstgenannte würde daher *Neomphaodella* Girault, 1913 entsprechen, den Vorrang hat aber *Lopodytes* Rondani, 1867. Die anderen Arten gehören auf Grund der Zahl der Ringglieder der Gattung *Quadrastichodella* Girault, 1913 an. Die gleiche Ringgliederzahl haben aber *Baryscapus* Först. 1856 und *Trichoceras* Ratz. 1848. Diese beiden werden heute als Synonyme zur Gattung *Tetrastichus* betrachtet und obzwar letztere durch Kurdjumov 1913 neugestaltet wurde (unter den Namen *Geniocerus*), konnte sie nicht anerkannt werden und die Beweggründe hierfür (Gahan 1915, S. 166, Crawford 1915, S. 584), sind schwerwiegend. Die Benennung *Geniocerus*

ist eo ipso hinfällig, denn sie wurde durch Ratzeburg ohne hinreichenden Grund für *Trichoceras* vorgeschlagen (cf. Gahan & Fagan 1923, 66).

Ich habe hier nur auf ungelöste Fragen hingedeutet, um auf die Verwirrung, die in dieser Gattung herrscht, hinzuweisen. Aus schwerwiegenden Gründen sollen aber einstweilen die hier besprochenen Arten unter den alten Gattungsnamen *Tetrastichus* Hal. s. l. beschrieben werden. Zur Orientierung folgende Bestimmungstabelle:

A. Scheitel hinter den Ocellen mit scharfem Rand, Mittelsegment lateral mit je einem durchscheinenden, lamellenförmigen Längskiel: Aus *Asphondylia Miki:* 1. *T. brevicornis* Pz.

AA. Scheitel gerundet, Mittelsegment lateral ohne Spuren einer Längsleiste.

a. Bohrer bis zu $^1/_3$ der Hinterleibslänge vorragend, wenigstens das 3. Fadenglied etwas quer. Metallisch blaugrün und gelb. Aus *Dasyneura papaveris* Winn.: 2. *T. variegatus* n. sp.

aa. Bohrer kaum sichtbar, alle Fadenglieder länglich.

b. Ohne Metallfarben, gelb mit braunen Flecken, höchstens mit sehr leichtem Metallschimmer.

c) Verhältnis Subcostalis : Marginalis : Stigmalis wie 3,1 : 3, 1 : 1; Scapus wenigstens zum Teil braun, Keule kürzer als die 2 vorhergehenden Glieder zusammen. Aus *Aylax Roggenhoferi*: 3. *T. citrinus* Först.

cc. Verhältnis Subcostalis : Marginalis : Stigmalis wie 4 : 4, 5 : 1; Scapus stets hell, Keule länger als die 2 vorhergehenden Glieder zusammen. Aus *Semudobia betulae*: 4. *T. Escherichi* n. sp.

bb. Metallisch blau-grün mit gelber Zeichnung.

d. Abdomen schlank, länger als der Thorax. Körper sehr reichlich gelb gezeichnet. Aus *Bruchophagus gibbus*: 5. *T. eurytus* Walk.

dd. Abdomen ziemlich breit, kurzoval, fast kürzer als der Thorax. Körper sehr spärlich gelb gezeichnet. Aus *Biorrhiza pallida*: 6. *T. biorrhizae* n. sp.

D. Beschreibung der Arten

1. *Tetrastichus brevicornis* Pz. 1804 (Abb. 6—8)

Weibchen. Grundfarbe dunkelgelb, der Kopf gelb, Stemmaticum und Hinterkopf dunkelbraun. Pronotum schwärzlich, Mesoscutum ebenfalls, innere Ränder der Parapsidenfurchen, sowie sein distales Drittel schmutziggelb. Seitenfelder des Mesonotums mit 2 dunklen Flecken. Scutellum unterhalb der lateralen Längslinien schwärzlich, Propodeum fast ganz schwarzbraun, nur hinter den Spiraceln mit einem gelben Fleck. Metanotum hellgelb. Praepectus schmutziggelb, Episternum schwarzbraun, unter der Flügelbasis und auf dem Hinderrande gelb, Epimerum braun mit einem unterbrochenen gelben Wisch in der Mitte, Metapleuren schwarzbraun. Beine gelb, Vorder- und Mittelhüften (an der Basis) braun gefleckt, Hinterhüften fast ganz schwarzbraun. Erstes Tergit fast ganz gelblich,

nur lateral etwas gebräunt, das 2. Tergit mehr, die folgenden ganz braun. Kopf kaum breiter als der Thorax, quer, Scheitel hinter den Ocellen mit einer sehr deutlichen scharfen Querkante (auch nach dem Tode sichtbar!). Ocellen in einem breiten Dreieck stehend, die hinteren etwas weiter vom Augenrande als voneinander entfernt. Stirn mit einer feinen Mittellängslinie. Antennen etwas oberhalb der unteren Augenlinie eingelenkt, Scapus dorsal, insbesondere auf der Spitze und alle folgenden Glieder dunkelbraun; Scapus walzenrund, die vordere Ocelle eben noch erreichend, Pedicellus $^2/_3$ so lang wie das erste Fadenglied; 3 Ringglieder vorhanden; 1. Fadenglied 3 mal so lang wie dick, das 2. bedeutend kürzer, das 3. noch mehr kürzer, beide entschieden länglich, die Keule nur unbedeutend kürzer als die beiden vorhergehenden Glieder zusammen, 3-gliedrig, aber das 3. Glied sehr undeutlich abgesetzt (die Quernaht kaum sichtbar), an der Spitze mit einem kurzen, schiefen Dörnchen. Pronotum quer, Mesoscutum ohne Mittellängslinie, sehr fein gestrichelt, ziemlich glänzend, entlang der Parapsidenfurchen mit einer Längsreihe von schwarzen Börstchen. Scutellum so lang wie breit, mit 4 Längsfurchen, das vordere Paar der Scutellarborsten etwas hinter der Mitte. Metanotum halb so lang wie das Mittelsegment, dieses hinten gerandet, dicht netzrunzelig, Mittellängsleiste scharf, proximal und distal gegabelt. Spiraceln oval. Metapleuren in der Mitte geteilt, der dorsale Rand lamellenartig erhaben und einen, das Mittelsegment begrenzenden, lateralen Längskiel vortäuschend. Pleuren fast glatt, stark glänzend. Petiolus sehr kurz und sehr stark quer, kaum sichtbar. Flügel die Spitze des Abdomens erreichend, die längsten Wimperhaare kaum halb so lang wie die Stigmalis. Subcostalis mit 5 Borsten, Marginalis fast 7 mal so lang wie die Stigmalis. Verhältnis Subcostalis : Marginalis : Stigmalis wie 24 : 32 : 5. Hintere Hüften fein netzrunzelig, etwas von der Seite zusammengedrückt und dorsal mit einem scharfen, leistenartigen Rand. Abdomen etwas länger als Kopf und Thorax zusammen, an frischen Exemplaren etwas breiter als das Mesonotum, 1. Tergit etwas länger als das 2., dieses kürzer als das 3., 3.—5. subequal, das 6. dreieckig. Bohrer höchstens so lang wie der hintere Metatarsus.

Männchen. Färbung dieselbe wie beim Weibchen, nur ist die dunkle Färbung der Abdominaltergite medial mehr oder weniger unterbrochen, Scapus mehr braun, das Flagellum aber mehr hell. Scapus etwas von der Seite zusammengedrückt und ventral zu einer schmalen Lamelle zugeschärft, die durch eine Reihe von winzigkleinen Zähnchen begleitet wird. Pedicellus etwas länger als breit, wenig, aber deutlich kürzer als das 1. Fadenglied, dieses etwas mehr als doppelt so lang wie breit; 2 Ringglieder vorhanden; 2.—4. Fadenglied fast gleichlang und gleichbreit; das 1. Glied der Keule durch eine tiefe Einschnürung von der übrigen Keule getrennt, der Faden infolgedessen eigentlich 5-gliedrig; alle Fadenglieder mit sehr langen Haaren, die auf der Basis eines jeden Gliedes entspringen und die Länge des betreffenden Gliedes übertreffen. Endglied der Keule

pfriemenförmig zugespitzt. Verhältnis Subcostalis : Marginalis : Stigmalis wie 13 : 25 : 4. Abdomen etwas kürzer als Kopf und Thorax zusammen, distal weniger zugespitzt als beim Weibchen. Sonst vom Weibchen nicht verschieden. Länge: Weibchen 1,57—2,52 mm, Männchen: 1,85—1,96 mm.

Mir aus folgenden Wirten bekannt: *Asphondylia Miki* Lw. (1935, IX.), *Asphondylia cytisi* Frauenf. (1933, VI.), *Asphondylia ononidis* Lw. (1933, X.). Aus der Sammlung des Deutschen Entomologischen Institutes, Berlin-Dahlem untersuchte ich Exemplare aus *Kiefferia pimpinellae*. Die schon besprochenen Wirtsangaben von Barnes (1935), ferner Morris (1935) und Isaakides (1936) ebenfalls wahrscheinlich. Rondanis *Lopodytes* aus *Asph. pruniperda* Rnd. dürfte auch diese Art sein.

Durch die Bildung der Fühlerkeule, durch den scharfen Rand des Scheitels, durch die Längslamellen auf dem Mittelsegment, durch die Zähnchenreihe auf dem Scapus im männlichen Geschlecht von allen folgenden Arten verschieden.

2. *Tetrastichus variegatus* n. sp. (Abb. 3)

Weibchen. Kopf zitronengelb, Stemmaticum und Stirn in wechselnder Ausdehnung braun, Occiput schwärzlich-metallisch; Augen rot; Pronotum blaugrün, Hinterrand (medial schmäler) gelb, Praescutum gelb mit einem großen, blaugrünen Fleck vom Vorderrande bis zum Hinterrand $^1/_3$, innerer Rand der Parapsidenfurchen gelb; vordere Hälfte des Scutums gelb mit einem metallischgrünen Fleck, hintere Hälfte ganz metallisch; Scutellum gelb, an der Basis und in der Mitte bräunlich und mit Metallschimmer; Metanotum gelb; Propodeum blaugrün; Tegulae, Praepectus und oberes Drittel des Episternum gelb, untere $^2/_3$, sowie das Metapleurum und Epimerum metallisch blaugrün; Beine gelb, Vorder- und Mittelhüften an der Basis, Hinterhüften durchaus metallisch, Vorder- und Hinterschenkel an der Basis, die mittleren in der Mitte mit einem dunklen Ring. Antennen dunkelbraun. Abdomen schwarzbraun mit deutlichem Metallschimmer, die Basis aller Tergite insbesondere lateral schmutziggelb oder bräunlich. Kopf etwas breiter als der Thorax (nach dem Tode eingesunken). Augen mit kaum sichtbaren, sehr kurzen Börstchen. Ocellen in einem sehr flachen Dreieck, die hinteren etwas weiter vom Augenrande als voneinander entfernt. Stirn mit einer feinen Mittellängslinie, diese vor der vorderen Ocelle gegabelt. Wangen halb so lang als ein Auge, mit einer Längsfurche. Antenne etwas unterhalb der vorderen Augenlinie eingelenkt, Scapus etwa so lang als die 3 folgenden Glieder zusammen, Pedicellus unmerklich kürzer als das 1. Fadenglied; 4 sehr schwer sichtbare Ringglieder vorhanden; 1. Fadenglied sehr wenig länglich, das 2. fast quadratisch, das 3. etwas breiter als lang, Keule so lang wie die beiden vorhergehenden Fadenglieder zusammen, deutlich 3-gliedrig, Endglied mit pfriemenförmiger Spitze. Antenne gegen die Spitze deutlich, wenn auch schwach verdickt. Thorax etwas länger als breit (28 : 19), Pronotum kurz, etwa $^1/_4$ der Länge

des Praescutums (3 : 13), dieses so lang wie breit oder etwas breiter (13 : 15), mit deutlicher Mittellängslinie und entlang der Parapsidenfurchen mit in einer Längsreihe gestellten je 4 Börstchen; Scutellum etwas breiter als lang (9 : 8,5), mit 4 Längslinien, fast flach, vorderes Paar der Scutellarborsten etwas hinter der Mitte. Metanotum quer; Praescutum fein gestrichelt, Scutellum mit noch feinerer Skulptur, das Metanotum fast glatt. Mittelsegment etwas kürzer als das Metanotum (1,5 : 2), Mittellängsleiste fast fehlend, ohne laterale Leisten; Spirakeln sehr klein, oval, Spiracular-gruben angedeutet. Seiten des Mittelsegmentes mit je 2 Borsten (die vorderen bedeutend länger), seine Oberfläche ziemlich scharf netzrunzelig und stark glänzend. Hinterhüften stark glänzend, fein genetzt, etwas dorsal zusammengedrückt. Flügel hyalin, die Spitze des Abdomens erreichend, Wimperhaare etwa $^1/_3$ so lang wie die Stigmalis. Verhältnis Subcostalis : Marginalis : Stigmalis wie 13 : 15 : 4,5. Erstere mit 4 Borsten. Längste Wimperhaare des Hinterflügels die Länge der Stigmalis nicht übertreffend. Sporn der Hintertibien etwas kürzer als der Metatarsus, dieser etwa so lang wie das 2. Tarsenglied, 3. kürzer, 4. das längste. Abdomen $1^1/_2$ mal so lang wie der Thorax, an toten Exemplaren etwas komprimiert, zugespitzt, Bohrer bis zur gesamten Länge der 3 proximalen Hintertarsenglieder vorragend. Alle Tergite mit einer Börstchenreihe auf dem Hinterrande. Längenverhältnisse: Kopfbreite: 0,399 (etwas eingesunken!); Thorax Breite : Länge 0,390 : 0,570; Praescutum Länge : Breite 0,266 : 0,304; Scutellum Länge : Breite 0,152 : 0,190; Länge des Scapus, Pedicellus und der Geißel wie 0,133 : 0,057 : 0,304; des Metanotum und Mittelsegmentes wie 0,047 : 0,038; Subcostalis : Marginalis : Stigmalis 0,285 : 0,342 : 0,095; Hinterleibslänge 0,912, Bohrer 0,209 mm. Gesamtlänge: 1,52 mm. Type in der Sammlung des Ung. Nationalmuseums, Budapest, Paratypen in der Sammlung des Kgl. Ung. Institutes für Pflanzenhygiene, Abtlg. für Zoologie. Fundort: Ungarn, Budapest. Endoparasit der Larven von *Dasyneura papaveris* Winn. auf *Papaver somniferum* L. Die Imagines schlüpften um Mitte August des Jahres 1935. Durch die kurzen, gedrungenen Antennen, durch die Gestalt der Fadenglieder, ferner durch den auffallend vorragenden Bohrer von allen Arten dieser Gruppe verschieden.

3. *Tetrastichus citrinus* Först. 1841 (Abb. 4)

(Syn.: *Eulophus citrinus* Först. 1841, *Geniocerus citrinus* Kurdj. 1913)

Weibchen. Zitronengelb, mit braunroten oder dunkelbraunen Flecken, diese sehr selten mit einem metallischen Schimmer und folgendermaßen verteilt: ein länglicher Fleck auf der Stirn, auf dem Stemmaticum der Hinterrand der vorderen Ocelle, innere Ränder der lateralen; der Hinterkopf. Diese Flecken auf dem Kopf mehr schwärzlich. Distale Hälfte des Scapus dorsal, Pedicellus dorsal und Rest der Antennen dunkelbraun. Pronotum in der Mitte schwärzlich, ebenso je ein kleiner Fleck in den

Hinterecken; Praescutum bis etwa zur Hälfte hellbraun; Scutum beiderseits hellbraun gefleckt; Mittelsegment an der Basis und auf dem Hinterrande schwärzlich, diese in der Mitte, entlang der Mittellängsleiste oft zusammenstoßend. Praesternum zum Teil, Mesosternum durchaus schwärzlich, Praepectus ventral, ventrale Hälfte des Episternum und ventrale Vorderecken des Epimerum schwärzlich; ein kleiner Fleck auf der Basis der Vorderhüften, basale Hälfte der Mittelhüften und Hinterhüften fast bis zur Spitze schwärzlich. Endglied der Tarsen gebräunt. Basis der Tergite 1—4 schwärzlich, 5. Tergit lateral mit kleinem dunklen Fleck. Bohrer schwarz. Die schwarze Färbung auf der Unterseite des Körpers oft mit schwachem Metallglanz. Kopf schmäler als der Thorax, quer, Scheitel schmal (kurz), hinten nicht gerandet; Ocellen in einer leicht gebogenen Linie stehend, die hinteren deutlich weiter voneinander als vom Augenrande entfernt. Stirn leicht eingedrückt und mit einer feinen Längsleiste, diese vor der vorderen Ocelle gegabelt; Augen kahl. Antennen etwas oberhalb der vorderen Augenlinie eingelenkt, Scapus die vordere Ocelle nicht erreichend, von der Seite sehr schwach zusammengedrückt, Pedicellus fast halb so lang wie der Scapus, etwas kürzer als das folgende Glied; 4 Ringglieder vorhanden; 1. Fadenglied 3 mal so lang wie breit, die folgenden allmählich verkürzt, das 3. noch fast doppelt so lang wie dick; Geißel distal schwach verdickt; Keule deutlich 3 gliedrig, etwas kürzer als die zwei vorhergehenden Glieder zusammen, das letzte Keulenglied mit einer sehr kurzen pfriemenförmigen Spitze. Wangen etwas kürzer als der Längsdurchmesser der Augen mit der üblichen Längsfurche. Pronotum stark quer, Praescutum über 6 mal so lang, etwas breiter als lang, medial mit feiner Andeutung einer Mittellängslinie (insbesondere hinten). Innere Ränder der Parapsidenfurchen mit einer Längsreihe von ziemlich kräftigen Börstchen; Scutellum etwa so lang wie breit oder etwas breiter, vorderes Borstenpaar weit hinter der Mitte, die 4 Längsfurchen sehr deutlich, die mittleren annähernd parallel, an der Basis mit den Parapsidenfurchen fast zusammenstoßend. Thoraxrücken überall außerordentlich fein gestrichelt, fast matt, das Scutellum etwas mehr glänzend. Mittelsegment so lang als das Metanotum, fast glatt, nur sehr undeutlich genetzt, Mittellängsleiste vorne einfach, nach hinten etwas verbreitert; Hinterrand nur in der Mitte etwas undeutlich gerandet. Stigmen oval, Spiracularfurchen deutlich vorhanden; laterale Leisten gänzlich fehlend; Metapleuren der Länge nach geteilt. Flügel hyalin, Subcostalis mit 4—5 Borsten. Subcostalis : Marginalis : Stigmalis wie 25 : 25 : 8. Wimperhaare des Vorderflügels kaum $^1/_3$ so lang wie die Länge der Stigmalis. Abdomen bedeutend länger als Kopf und Thorax zusammen, konisch, distal zugespitzt, Tergite fast gleichlang, 5. und 6. mit einer Querreihe von Börstchen auf dem Hinterrande, die vorhergehenden Segmente nur lateral beborstet. Oberfläche des Abdomens fast glatt, nur sehr verschwommen genetzt. Beine schlank, Hinterhüften glatt und glänzend, dorsal nicht kantig. Bohrer etwas länger als die beiden basalen

Tarsenglieder zusammen. Länge 1,680—2,800 mm. Insbesondere die kleineren Exemplare mit schwachem Metallschimmer. Ein Exemplar hat einen dunklen Fleck auf der Basis der Hinterschenkel.

Infolge des überaus freundlichen Entgegenkommens der Herren Dr. F. Maidl und Dr. P. P. Babiy wurde mir die Gelegenheit geboten eine Cotype aus der Försterschen Sammlung zu untersuchen. Für ihre Hilfe möchte ich mich an dieser Stelle bestens bedanken.

Aus Ungarn ist mir diese Art in zahlreichen Exemplaren bekannt, die teils gefangen, teils aus Blütenköpfen von *Centaurea*-Arten *(pannonica*

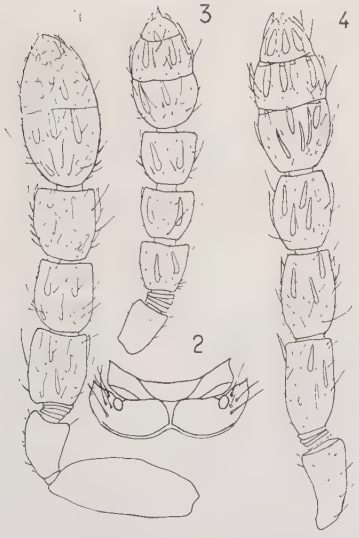


Abb. 1—4. Antenne des Weibchen von *T. biorrhizae* n. sp. (1); Mittelsegment desselben von oben (2); Antenne des Weibchen von *T. variegatus* n. sp. (3) und von *T. citrinus* Först. (4)

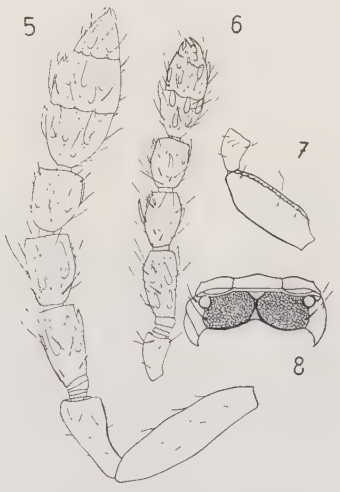


Abb. 5—8. Antenne des Weibchen von *T. Escherichi* n. sp. (5) und *T. brevicornis* Pz. (6); Scapus und Pedicellus des Männchen von *T. brevicornis* Pz. (7); Mittelsegment und Metapleurae des Weibchens derselben Art von oben (8)

und *sadleriana*) gezogen wurden. Außerdem wurde sie einwandfrei aus *Aylax Roggenhoferi* gezüchtet (Ungarn: Tótkomlós, leg. G. v. Balás). Durch die Färbung des Körpers und diejenige der Beine und durch die Gestalt des Mittelsegmentes von *T. curytus* Walk. verschieden. *Tetrastichus zeuxo* Walk. 1839 dürfte mit dieser Art sehr nahe verwandt wenn nicht identisch sein. Nachdem ich die Förstersche Type, deren einwandfreie Identität mit den aus *Aylax* gezogenen Exemplaren festgestellt wurde, untersuchen konnte, ist es doch logischer, die Förstersche Benennung beizubehalten.

4. *Tetrastichus Escherichi* n. sp. (Abb. 5)

Weibchen. Zitronengelb oder etwas rötlichgelb, Geißel hellbraun, Pedicellus in der proximalen Hälfte etwas gebräunt, Scheitel zwischen den Ocellen und Hinterkopf mit einem schwärzlichen Fleck, Pronotum in

der Mitte und an den Hinterecken schwarz. Vordere Hälfte des Praescutums schwarz, oft mit schwachem Metallglanz, Mittelsegment in der Mitte und Hinterrand der Segmente 1—5 schwarz, letztere mit schwachem Metallschimmer. Kopf quer, etwas schmäler als der Thorax, Scheitel hinten nicht zugeschärft, Ocellen in einem flachen Dreieck stehend, die hinteren kaum weiter voneinander als vom Augenrande entfernt. Keine Furche zwischen den lateralen Ocellen und dem Augenrand vorhanden Stirn oberhalb der Antennen mit einem dreieckigen Eindruck, medial mit einer feinen Längsfurche, diese gegabelt vor der vorderen Ocelle. Augen fast kahl, etwas länglich, Wangen $^2/_3$ so lang, mit einer feinen Längsfurche. Antennen etwas oberhalb der vorderen Augenlinie eingelenkt, Scapus von der Seite sehr schwach zusammengedrückt, fast doppelt so lang wie der Pedicellus, dieser unmerklich länger als das 1. Fadenglied; 4 Ringglieder vorhanden (das zweite sehr schwer sichtbar!); Flagellum schlank, die Glieder länglich, allmählich verkürzt, Keule sehr deutlich 3 gliedrig etwas länger als die zwei vorhergehenden Glieder zusammen, Endglied mit einem kurzen Dörnchen. Kopf sehr fein, etwas verschwommen genetzt, fast glatt mit zerstreuten, haartragenden Punkten, insbesondere entlang dem medialen Augenrande. Pronotum stark quer, medial sehr kurz, mit einigen weißlichen Börstchen auf dem Hinterrande, Praescutum unmerklich breiter als lang, deutlich, aber außerordentlich fein längsgestrichelt, ziemlich matt, mit feiner Mittellängslinie und mit 4—5 starken Börstchen entlang den Parapsidenfurchen, deren letztes zugleich das stärkste ist; Scutum mit ziemlich undeutlicher Skulptur, fast glatt, mit einer starken Borste vor der Flügelbasis, Scutellum etwas breiter als lang, mit 4 Längsfurchen, die mittleren ungefähr doppelt so weit voneinander als von den Parapsidenfurchen entfernt. Vordere Scutellarborsten weit hinter der Mitte. Oberfläche fein gestrichelt, aber feiner als diejenige des Praescutums, Metanotum fast glatt. Mittelsegment so lang wie das Metanotum, stark glänzend, fein netzrunzelig, Mittellängsleiste etwas undeutlich, laterale Leisten gänzlich fehlend. Luftlöcher klein, fast rund, Spiracularfurchen fein angedeutet; Seiten des Mittelsegments je mit 3 langen, weißen Haaren. Flügel glashell, Subcostalis mit 3—4 Borsten. Verhältnis Subcostalis : Marginalis : Stigmalis wie 20 : 22 : 5. Die längsten Wimperhaare des Vorderflügels nur halb so lang wie die Länge der Stigmalis. Costalzelle im Hinterflügel schmal, Wimperhaare auf dem Hinterrande nur wenig kürzer als die Stigmalis. Beine schlank, Hinterhüften ohne scharfe dorsale Leiste. Hinterleib länger als Kopf und Thorax zusammen, nach hinten zugespitzt, Bohrer sehr kurz vorragend. Tergite mit feiner Netzrunzelung, die Hinterränder mit je einer Querreihe von kurzen Börstchen. Länge des Bohrers diejenige der beiden proximalen Tarsenglieder nicht erreichend. Länge 1,577—1,748 mm. Kopf 0,190 lang, 0,418 breit, Thorax 0,589 lang, 0,437 breit. Länge des Pronotum 0,038, Praescutum 0,285 mm lang, 0,304 mm breit. Länge : Breite des Scutellum 0,209 : 0,228; Metanotum

: Propodeum 0,038 : 0,038. Hinterleibslänge 0,855 mm. Bohrerlänge 0,133 mm. Länge des Scapus, Pedicellus, der Fadenglieder I., II. und III. und der Keule wie 0,171 : 0,095 : 0,076 : 0,066 : 0,057 : 0,171 mm. Flügel, Länge : Breite wie 1,330 : 0,665 mm.

Herrn Geheimrat Prof. Dr. Dr. h. c. Karl Escherich ehrfurchtsvoll gewidmet.

Diese interessante Art ist in der Färbung *T. brevicornis* Pz. *(flavovarius* auct.) täuschend ähnlich, wiewohl die Bestimmung auf Grund Kurdjumovs Tabellen schnurstracks zu *Geniocerus flavovarius* Kurdj. et auct. führt. Zwischen beiden Arten bestehen aber außerordentlich scharfe Differenzen in den morphologischen Merkmalen. *T. Escherichi* unterscheidet sich von *T. brevicornis* Pz. durch die Bildung der Fühlerkeule, durch das gänzliche Fehlen des scharfen Hinterrandes auf dem Scheitel, ferner durch das Fehlen der lateralen Längslamellen auf dem Metathorax und der dorsalen Längskante auf den Hinterhüften.

Fundort: Ungarn. Type in der Sammlung des Ung. Nationalmuseums, Budapest, Paratypen in der Sammlung des Kgl. Ung. Institutes f. Pflanzenhygiene, Abtlg. f. Zoologie. Zahlreiche Exemplare wurden aus Gallen von *Semudobia betulae* gezüchtet (Ungarn: Szatmárnémeti, leg. G. von Balás). Die Imagines schlüpften im Februar laufenden Jahres, nachdem sie im Oktober 1940 eingesammelt wurden.

5. *Tetrastichus eurytus* Walk. 1839 (Abb. 9)

Weibchen. Metallisch blau, Kopf unterhalb der Antennenbasis, Seiten der Stirn, Scheitel neben den Netzaugen, Hinterecken des Pronotum; innerer Rand der Parapsidenfurchen schmal, distale Hälfte des Praescutums, distales Drittel des Scutellum, Tegulae, Episternum oberhalb der ventralen Querfurche, Hinterleib ventral und lateral mehr oder weniger zitronengelb. Beine von derselben Farbe, proximales Drittel der vorderen Femora, sowie basale Hälfte der mittleren und hinteren, metallisch blau. Metanotum hellgelb. Kopf nach dem Tode etwas eingesunken, etwas schmäler als der Thorax, mit der üblichen Längslinie auf der Stirn. Augen fast kahl. Wangen mit der üblichen Längsfurche. Antennen auf der unteren Augenlinie eingelenkt, Scapus etwas kürzer als die 2 folgenden Glieder zusammen, von der Seite leicht zusammengedrückt, Pedicellus deutlich kürzer als das 1. Fadenglied; 4 Ringglieder vorhanden; alle Fadenglieder länglich, an Länge allmählich abnehmend; Keule von der Länge der beiden vorhergehenden Glieder, deutlich dreigliedrig, Endglied an der Spitze ohne dornartige Verlängerung; Thorax fast anderthalbmal so lang wie breit; Pronotum kurz, nach vorne etwas ausgezogen; Praescutum etwas breiter als lang, die Mittellinie fast

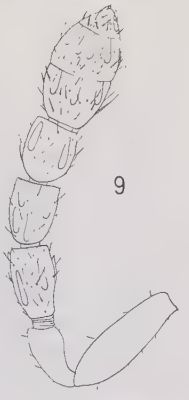


Abb. 9. Weibliche Antenne von *T. eurytus* Walk.

fehlend, kaum sichtbar; Scutellum breiter als lang mit 4 Längsfurchen, die mittleren etwa doppelt so weit voneinander als von den Parapsidenfurchen entfernt. Vorderes Borstenpaar weit hinter der Mitte. Metanotum quer. Propodeum glänzend, fein genetzt etwas länger als das Metanotum, mit einer deutlichen Mittellängsleiste; Seitenleisten fehlend. Flügel hyalin, die Spitze des Abdomens überragend, die längsten Wimperhaare etwa $^1/_3$ so lang wie die Länge der Stigmalis, die Wimperhaare der Hinterflügel etwa so lang wie $^1/_3$ der Flügelbreite. Verhältnis Subcostalis : Marginalis : Stigmalis wie 16 : 19 : 5. Abdomen etwas länger als der Thorax, in der Mitte eingefallen und etwas von der Seite zusammengedrückt. Bohrer kurz vorragend etwa so lang wie der hintere Metatarsus.

Männchen. Körperfärbung wie beim Weibchen, nur ist die dunkle Färbung auf dem Thorax ausgedehnter und insbesondere die kleinsten Exemplare sind bedeutend dunkler und die helle Färbung verschwindet bis auf einige kleine Flecken der Thoraxseiten. Antennen etwas oberhalb der vorderen Augenlinie eingelenkt; Scapus etwas von der Seite zusammengedrückt, unten in dem distalen Drittel mit einer abgegrenzten Lamelle; Pedicellus fast halb so lang wie der Scapus, etwas länglich, etwa so lang wie das 1. Fadenglied; zwei schwer sichtbare Ringglieder vorhanden; Faden 4gliedrig, 1. Glied von der Seite gesehen etwas länglich, von oben gesehen rundlich, die folgenden gleichbreit, deutlich länger als dick, allmählich sehr unbedeutend länger werdend, Keule nicht breiter als der Faden, ihr erstes Glied einigermaßen abgeschnürt, die beiden letzten, wie üblich dicht aneinander gedrängt. Alle Fadenglieder und das 1. und 2. Keulenglied mit in einer queren Basalreihe gestellten sehr langen Haaren, deren Länge diejenige des entsprechenden Gliedes weit übertrifft, das Endglied distal mit einem kurzen Dörnchen. Pronotum etwas mehr vorgezogen als beim Weibchen, infolgedessen länger, etwa halb so lang wie das Mesonotum. Verhältnis von Subcostalis : Marginalis : Stigmalis wie 16 : 17 : 5,5. Abdomen spatelförmig, hinten fast abgestutzt. Im übrigen vom Weibchen nicht verschieden. Länge des Weibchens 1,33—1,995 mm, die des Männchens 1,425—1,71 mm.

Einziger Wirt, der als sicher festgestellt angesehen werden kann, ist *Bruchophagus gibbus* Boh. Ich habe diese Art ebenfalls aus *Bruchophagus* gezogen und aus Südungarn (Pécs) besitze ich fast 100 Exemplare die durch Diplomlandwirt Dr. G. A. Manninger aus Luzerneschoten zusammen mit *Bruchophagus gibbus* Boh. und *Liodontomerus perplexus* Gah. gezogen wurden.

Von *T. variegatus* m. unterscheidet sich diese Art durch die Bildung der Antennen und durch den sehr kurzen, kaum vorragenden Bohrer.

6. *Tetrastichus biorrhizae* n. sp. (Abb. 1—2)

Weibchen. Metallisch stahlblau, Mundgegend und Wangen in wechselnder Ausdehnung, Praescutum an den Vorderecken, Metanotum

zitronengelb, letzteres in der Mitte mit einem metallischen Fleck; Beine zitronengelb, sämtliche Hüften, vordere Femora in dem proximalen Drittel, Mittel- und Hinterschenkel in der basalen Hälfte, metallisch. Tegulae und das Episternum oberhalb der Querfurche hellgelb. Kopf etwas breiter als der Thorax, nach dem Tode etwas eingefallen. Augen mit zerstreuten außerordentlich kurzen Börstchen. Stirn mit einer feinen Längslinie in der Mitte, diese vor der vorderen Ocelle gegabelt. Antennen etwas unterhalb der vorderen Augenlinie eingelenkt. Scapus etwas von der Seite zusammengedrückt, etwas länger als die 2 folgenden Glieder zusammen, Pedicellus deutlich kürzer und bedeutend schmaler als das 1. Fadenglied; 4 Ringglieder vorhanden; Geißelglieder subequal, alle etwas länger als breit, distal nur ganz unmerklich an Breite zunehmend, Keule so lang wie die 2 vorhergehenden Glieder zusammen, 3gliedrig, aber das 3. Glied nur sehr undeutlich abgesetzt und ohne pfriemenförmige Spitze. Pronotum quer, nach vorne abgerundet, von oben gesehen etwa halb so lang als der vordere Abschnitt der Seitenfelder des Mesonotums. Praescutum ungefähr so breit wie lang, fein längsgestrichelt, die Strichelung sehr kurz, fast wie feine Punktierung erscheinend, Mittellängslinie eigentlich fehlend und nur durch einen etwas mehr glänzenden Längsstreifen angedeutet. Scutellum ein wenig breiter als lang, mit 4 Längsfurchen, die mittleren fast doppelt so weit voneinander als von den Parapsidenfurchen entfernt. Vordere Scutellarborsten weit hinter der Mitte; Metanotum quer oder etwas dreieckig; Propodeum mit feiner Netzrunzelung, glänzend, deutlich etwas länger als das Metanotum, mit einer deutlichen Mittellängsleiste, Seitenleisten fehlend; Luftlöcher oval, Spiraculargruben leicht angedeutet. Seiten des Mittelsegmentes mit 4—5 langen Haaren. Flügel hyalin, die längsten Wimperhaare der Vorderflügel etwa $^1/_3$ so lang wie die Stigmalis. Verhältnis Subcostalis : Marginalis : Stigmalis wie 23 : 23,5 : 5. Die längsten Wimperhaare der Hinterflügel etwa $^1/_3$ so lang wie der größte Querdurchmesser des Flügels. Vorderflügel die Spitze des Abdomens weit überragend. Abdomen kurzoval, fast rundlich, kaum länger als der Thorax (bei flüchtiger Betrachtung kürzer erscheinend) und etwa so breit wie dieser, Tergite fein netzrunzelig; Bohrer sehr kurz vorragend. Länge 1,71—1,85 mm. Kopfbreite: 0,532; Thorax Breite : Länge 0,551 : 0,798; Praescutum Länge : Breite 0,399 mm; Scutellum, Länge : Breite 0,247 : 0,266. Länge des Metanotums und des Mittelsegmentes 0,076 und 0,114 mm. Abdomen Länge : Breite 0,855 : 0,589. Bohrer-Länge 0,057 mm.

Type in der Sammlung des Ung. Nationalmuseums, Paratypen in der Sammlung des Kgl. Ung. Institutes f. Pflanzenhygiene, Abtlg. f. Zoologie.

Am nächsten mit *T. eurytus* Walk. verwandt und unterscheidet sich von dieser Art durch die sehr spärliche helle Zeichnung und durch den kurzen und breiten Hinterleib.

Vier Weibchen erhielt ich aus Gallen von *Biorrhiza pallida* Ol. (Budapest, Svábhegy III, 1933). Die Gallen wurden im Dezember des

vorhergehenden Jahres eingesammelt. Damit soll allerdings nicht gesagt werden, daß der Wirt die Gallwespe oder gar einer ihrer Parasiten sei. Wie allbekannt finden sich eben in *Biorrhiza*-Gallen sehr oft Eindringlinge, die das Zuchtergebnis manchmal geradezu verblüffend machen. Daß dieser Tetrastichus höchstwahrscheinlich aus irgendeinem Einmieter erzogen wurde, läßt sich auch schon daraus folgern, daß ich diese Art, obzwar ich *Biorrhiza*-Zuchten oft wiederholt habe, niemals wieder erhalten konnte.

Literatur

(Berücksichtigt bis 1938)

Panzer, G. W. F. (1804), D. Jacobi Christiani Schaefferi Iconum Insectorum Circa Ratisbonam Indigenorum Enumeratio Systematica Erlangao.

Spinola, M. (1808), Insectorum Liguriae species novae aut rariores quos in agro ligustica nuper detexit. Genuae.

Nees, Ch. G. ab Esenbeck, (1834), Hymenopterorum Ichneumonibus Affinium Monographiae, Genera Europea et Species Illustrantes. Stuttgartiae et Tubingiae.

Walker, F. (1839), Descriptions of British Chalcidites. Ann. of Nat. Hist. II, 198—205.

Foerster, A. (1841), Beiträge zur Monographie der Pteromalinen Nees. Aachen.

Ratzeburg, J. Th. Ch. (1844—1852), Die Ichneumonen der Forstinsekten usw. Berlin.

Walker, F. (1846), List of the Hymenopterous Insects in the Collection of the British Museum. London.

— — (1848) Notes on Chalcidites and other Insects. Ann. Mag. Nat. Hist. (2), II, 218—220.

Kirchner, L. A. (1855), Die Gallenauswüchse des Budweiser Kreises, nebst nomineller Angabe der Gallenerzeuger und deren Schmarotzer. Lotos, V, 236—244.

Foerster, A. (1856), Hymenopterologische Studien. Heft II. Chalcididae und Proctotrupii. Aachen.

Reinhard, H. (1858), Beiträge zur Geschichte und Synonymie der Pteromalinen. Ent. Zeitschr. II, 10 - 23. Berlin.

Rondani, C. (1867), Ann. soc. natural Modena. II. (Mir unbekannt.)

— — (1877) Vesparia parasita non vel minus cognita. Bull. soc. ent Ital. IX, 184 ff.

Laboulbène, A. (1877), Liste des éclosions d'Insectes observées par le Dr. Joseph-Étienne Giraud, membre honoraire. Ann. soc. entom. France, V. sér. Vol. VII, 397 - 434.

Thomson, C. G. (1878), Skandinaviens Hymenoptera. Vol. V.

Dalla Torre, C. G de, (1898) Catalogus Hymenopterorum huiusque descriptorum systematicus et synonymicus. Vol. V. *Chalcididae* et *Proctotrupidae*, Lipsiae.

Gaulle, J. de, Catalogue systématique et biologique des Hyménoptères de France. Paris.

Girault, A. A. (1913), New genera and species of Chalcidoid Hymenoptera in the South Australian Museum. Trans. Proc. Roy. Soc. S. Australia, XXXVII, 67—115.

Kurdjumov, N. B. (1913), Notes on Tetrastichini. Rev. Russe d'Entom. XIII. 243—256.

Gahan, A. B. (1915), Descriptions of new genera and species with notes on parasitic hymenoptera. Proc. U. S. Nat. Mus. XLVIII, 155—168.

Crawford, J. C.. (1915) Descriptions of new hymenoptera. Proc. U. S. Nat. Mus. XLVII, 577—586.

Borodin, D. N. (1915), An outbreak of *Contarinia tritici* Kirby in 1914, Chozjaistvo. 1022—1029. (Rev. Appl. Ent. 1916, 57.) Kiew.

Gahan, A. B. and Fagan, M., (1923) The type species of the genera of Chalcidoidea or Chalcid-flies. U. S. Nat. Mus. Bull. 124. Washington.

Speyer, W. (1925), Kohlschotenrüßler (*Ceutorrhynchus assimilis* Payk.), Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) und ihre Parasiten. Arb. Biol. Reichsanst. XII, 79–108.

Ferrière, C. (1927), Parasites de *Perrisia pyri* Bché (Dipt. Cecidom.) Bull. Ent. Res. XVII, 421—422.

Nikoljskaja, M. N. (1932), The clover seed Chalcid (*Bruchophagus gibbus* Boh.) in alfalfa seeds in USSR. Plant Prot. no. 1. 107—111 (Rev. Appl. Ent. 1933, 578).

Enslin, E. (1933), Die Bewohner der Brombeerstengel. Entom. Jahrb. XLII, 134—148.

Nikoljskaja, M. N. (1933), A new species of seed-infesting Chalcid-fly, *Eurytoma onobrychidis* sp. n. (Chalcididae) on Onobrychis sativa and its Parasites. Rev. Ent. URSS. XXV, 119—133.

Jancke, O., Befall einer Himbeerpflanzung durch die Himbeergallmücke (*Lasioptera rubi* Heeg. Dipt. Cecid.). Nachrichtenbl. deutsch. Pflanzenschutzd. XIV, 45—47.

Über die entomologischen Wirkungen einiger Mischkulturen[1])

Von

Prof. Ettore Malenotti

Leiter des Observatoriums für Pflanzenschutz in Verona

(Mit 3 Abbildungen)

Das Zusammenleben einiger Pflanzengattungen, ob kultiviert oder nicht kultiviert, im Flugbereich eines schädlichen Insektes, das nicht nur eine Pflanzengattung befällt, bleibt meist nicht ohne Rückwirkungen auf das Leben des Insektes.

Ein solches Zusammenleben, welches im Ackerbau teils einer echten, wahren Pflanzengesellschaft von Graspflanzen, von Baumpflanzen oder beiden zusammen entspricht oder durch die Nachbarschaft von Feldern oder verschieden bebauten Reihen bedingt ist, kann sich für die einzelnen Kulturen teils zum Schaden, teils zum Vorteil auswirken.

Die Gründe für solche Auswirkungen können verschiedene sein. Einer der gewöhnlichsten ist dann gegeben, wenn sich das schädliche Insekt 3, 4, 6 und mehrmal in einem Jahr und auf verschiedenen Wirtspflanzen in aufeinanderfolgenden Zeiten fortpflanzen kann.

Die typischen Fälle sind die der wandernden und wieder einwandernden „Aphiden" im heterözischen (die Nährpflanze wechselnden) naturgemäßen Kreislauf. Diese befallen die ersten und zweiten Wirtspflanzen und entwickeln auf jeder derselben eine oder mehr Serien der Formen ihrer Vielgestaltigkeit, welche sich in einer regelmäßigen Wiederkehr der einzelnen Formen auf denselben Wirten vervollständigt.

Dieser heterözische, vielgestaltige Kreislauf trifft beinahe nur für die Aphiden zu und ist in den interessantesten Fällen, wie z. B. für *Myxus cerasi* Fabr., *Hyalopterus arundinis* Fabr., *Tetraneura ulmi* De G. usw. wohlbekannt. Ich will auch nicht weiter darauf eingehen.

An den Küsten des Mittelmeeres ist das Auftreten der Orangenfliege (*Ceratitis capitata* Vied.) bekannt.

---

[1]) Übersetzt aus dem Italienischen von wissensch. Assistent Dr. Elisabeth Haberler, Wien.

Zitronen hat dieses Insekt noch nie befallen, dafür aber mit seinen herbstlichen Generationen Orangen und Mandarinen an den Mittelmeerküsten.

Obwohl die *C. capitata*, wie bekannt, nicht einer unbedingten Ruhepause unterworfen ist, so stellt sie doch die Fortpflanzung während der Wintermonate fast ganz ein, um sie im Frühjahr wieder aufzunehmen. Da sie jedoch nur die Frucht befällt, ist es unbedingt nötig, daß sich bis zum Frühling irgendeine Pflanze mit rasch reifenden Früchten für die nicht eingeschlossenen Fliegen der in Orangen entstandenen Generation vorfindet. Es gibt nicht viele solche Pflanzen; aber es gibt doch einige, z. B. die japanischen Mispeln, denen die Marillen, später Pfirsiche und Feigen und schließlich die indischen Feigen usw. folgen. In den reinen Orangen- und Mandarinenkulturen, welche von anderen fruchttragenden Bäumen entfernt sind, können die Schäden der *Ceratitis capitata* manchmal schwer sein; wenn aber keine Pfirsiche oder Marillen in der Nähe sind, wird die Möglichkeit eines Bevölkerungszuwachses der Orangenfliege, wenn die vorhergehende Generation Orangen befallen hatte, ungeheuer vermindert.

Daraus folgert sich, daß, falls auch die Mandarinen oder Orangen für den Befall geeignet sind, die Zahl der Fliegen doch nicht zu groß ist und die Ansteckungsgefahr mit den gewöhnlichen Bekämpfungsmitteln (Netzfallen mit besonderen Lockspeisen) eingedämmt werden kann.

Aber wenn neben Orangen- und Mandarinen- auch Pfirsichbäume stehen, bieten letztere der *Ceratitis* im Sommer weit bessere Entwicklungsbedingungen als irgendwelche zufällig vorhandene wildwachsende Früchte. Dadurch werden so ungeheure *C. capitata*-Schwärme herangezüchtet, daß man des sich ergebenden Befalles der Obstbäume mit keinem Mittel mehr Herr wird. Das trug sich so in der Gegend von Lentini (Sizilien) zu. Pfirsichbäume, mitten unter Orangen und Mandarinen gesetzt, bewirkten so ungeheure Schäden durch *Ceratitis*, daß die Bäume vernichtet werden mußten.

Das ist ein Beispiel für die verderblichen Folgen einer Mischkultur, die man aufgeben mußte.

Ein anderes Beispiel bietet sich in Norditalien (Mischkultur von Birne und Pfirsich) bezüglich der Schäden der *Cydia molesta* Busck („Pfirsichwurm“).

Wie ich am 16. Dezember 1940 gelegentlich der Pfirsichtagung, welche in Bologna vom nationalen Sektor der Fruchtkultur abgehalten wurde, mitteilte, kann man die jährliche Aufeinanderfolge der verschiedenen Generationen der *Cydia molesta* in zwei bestimmte Perioden trennen; von Mitte April bis Mitte Oktober: Aktivitäts- oder Entwicklungsperiode der 5 Generationen, welche sich im Sonnenlicht vollzieht; und von Mitte Oktober bis Mitte des nächsten April: Ruhepause, Übergangszeit in dunklen Schutzwinkeln (vgl. Abb. 3).

Abb. 1. Befall durch *Cydia molesta* am Birnfruchtkelch im Juli. Die Früchte faulen und fallen ab

In dieser Ruhepause sind Wirtspflanzen nicht nötig. In der Aktivitätsperiode wirkt sich natürlich ein Fehlen von Wirtspflanzen als Schaden für die Tiere aus.

Die ersten 2—3 der 5 Generationen der *Cydia molesta* befallen nur die Gruppe der *Drupaceae* (Steinobst), genauer gesagt, bei den Kirschen den Keim, bei Pfirsich, Marille, Pflaume und Mandel die Früchte. Ende Juli beschädigen sie auch den Fruchtkelch der Birnen und dringen dann von August bis Mitte Oktober auch ins Birnenfleisch (Abb. 1 und 2).

Die Möglichkeit der Eiablage auf den Pfirsichen ist nur bis Mitte September gegeben, da zu diesem Zeitpunkt die Kerne schon verhärtet sind und dann für dieses Insekt unangreifbar werden, oder die Pfirsiche zu dieser Zeit schon geerntet werden. Die zu dieser Zeit vorhandenen Larven treten zwangsläufig in eine Ruhepause und verpuppen sich dann im Frühjahr, um eine Serie von Generationen durch den Befall der sich bildenden Früchte hervorzurufen.

Bei den Birnen ist aber ein Befall der sich bildenden Früchte nicht möglich, die ersten Schmetterlinge können sich auch darauf nicht fortpflanzen. Und da sie nicht die späte Verletzbarkeit der Birne im Juli abwarten können, wird der Entwicklungsgang des Insektes unterbrochen. Die von Pfirsichbäumen weit entfernten Birnbäume sind auch nie von der *Cydia molesta* befallen. Aber da, wo Pfirsich- und Birnbäume in Mischkulturen stehen, wendet sich eine Anzahl der Schmetterlinge den Birnen zu und die Larven befallen den Fruchtkelch. Mit der 4. und 5. Generation dringen sie dann in die Birnen ein und können so auf dem Obstbaum bis Mitte Oktober verbleiben (siehe beiliegende Zeichnung, Abb. 3) d. h. einen

Monat länger als auf den Pfirsichen. Die Zahl der überwinternden Larven wird daher auf den Obstbaummischkulturen größer sein und dieselben Pfirsichbäume werden im nächsten Frühling von einem größeren Schwarm Schmetterlingen befallen werden. Das Vorhandensein von Pfirsichbäumen in der Nähe von Birnbäumen hilft also den Insekten die Zeit zu überbrücken, nach deren Ablauf sie erst die Birnen befallen können. Ich habe daher vorgeschlagen diese Zeit, ohne die das Insekt unmöglich auf die Birnen übergreifen könnte, die „Steinobstbrücke“ (Abb. 3) zu nennen; man muß daher von der Mischkultur Birn- und Pfirsichbaum dort absehen, wo die *Cydia molesta*, die bekanntlich nicht aus Europa stammt, auftritt. Andernfalls muß man 3 oder 4 Arsenikbehandlungen, kaum daß jene gegen die *Cydia pomonella* beendet sind, durchführen, wodurch man die Bäume durch zu große Giftdosen belastet.

Einen dritten Fall habe ich untersucht, als die Verbreitung des „Türkischen Weizens“ in Italien zur autarken Brennstofferzeugung durch den Befall der *Pyrausta nubilalis* stark behindert war.

Da dieses Insekt in erster Linie den Mais befällt, stellte die Società Anonima Carburanti Cartura von Padova auf Grund meiner Vorschläge Untersuchungen über die wahrscheinliche Auswirkung der Mischkultur Mais — türkischer Weizen an.

Man glaubte also, daß die *Pyrausta nubilalis* bei Vorhandensein der bevorzugten Wirtspflanze (eine Art Mais mit weißem Samen) auf den Mais übergehen würde und auf diese Weise den türkischen Weizen weniger oder gar nicht befallen würde.

Die Versuchsfelder wurden so angelegt, daß 6 Reihen türkischer Weizen mit 2 Reihen weißem Mais abwechselten. Die Saat wurde gleichzeitig in den ersten Apriltagen in der Comune von Bottrighe (Rovigo) durchgeführt. Man nahm unter anderem an der Mais werde gegenüber

Abb. 2. Befall durch *Cydia molesta* an beinahe reifen Birnen. Eine Birne (Gattung Olivier de Serres) aufgeschnitten, um das Labyrinth der wenig tiefen Larvengänge zu zeigen

dem türkischen Weizen deshalb bevorzugt, weil der Mais Ende Juni, wenn die Schmetterlinge dieses Insektes auf der Suche nach den Pflanzen für ihre Eiablage sind, bereits viel höher steht.

Bis 1929 zeigte die Zählung der Larven der *Pyrausta nubilalis* auf jenen Maiskolben, die gemeinsam mit türkischem Weizen gepflanzt waren, ein Verhältnis der Larven am Weizen zu dem am Mais von 1 : 10 in den Reinkulturen von Weizen und Mais hingegen von 1 : 5. Die Hälfte der *Pyrausta nubilalis* war also scheinbar doch auf den Mais übergegangen. Genauere Untersuchungen im Jahr 1940 erlaubten jedoch festzustellen, daß das Zahlenverhältnis der Larven auf isolierten türkischen Weizenfeldern gegenüber den Mischkulturen von türkischen Weizen mit Mais einem wirklichen Rückgang des Ansteckungsgrades nicht entsprach.

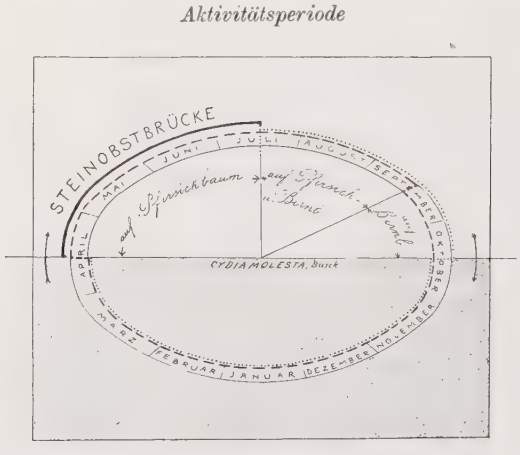


Abb. 3. Jährliche Reihenfolge der Generationen von *Cydia molesta* auf Mischkulturen von Pfirsich- und Birnbäumen. --- = Verlauf der Generationen auf Pfirsichbäumen, ... = Verlauf der Generationen auf Birnbäumen in Mischkultur mit Pfirsichbäumen. Ohne Mischkultur ist letzterer Verlauf nicht möglich

Im Jahr 1940 war wohl auch das Zahlenverhältnis stark reduziert. Es war genau 1 : 8 für türkischen Weizen alleinstehend und 1 : 13 für Mais neben türkischen Weizen.

Jedoch war die absolute Anzahl der Larven in den Kolben von türkischen Weizen in den neben Mais gepflanzten Reihen bedeutend größer als in den vom Mais entfernten. Genauer gesagt waren 63 Larven in 100 Schäften von türkischem Weizen neben Mais gegenüber 40 Larven in 100 Schäften in dem vom Mais entfernten Weizenfeld.

Während also die Verbindung Mais — türkischer Weizen bei letzterem den relativen Grad der Ansteckungsgefahr in bezug auf Mais verminderte, war der absolute Grad um mehr als 30% gestiegen.

Wie erklärt sich dieser Widerspruch?

Eine Erklärung halte ich für möglich nämlich die, daß sich die *Pyrausta nubilalis* in Norditalien immer in 2 Generationen fortpflanzt und die Schmetterlinge der 2. Generation im Gegensatz zu den Schmetterlingen der 1. Generation Mitte August die Schäfte des türkischen Weizens höher finden als die der Maispflanzen. Die verstärkte Eiablage der 1. Generation hat auf dem weißen Mais eine Bevölkerungsdichte der Larven hervorgerufen, die sich vorerst für die türkische Weizenpflanze günstig auswirkte; da aber der weiße Mais als Wirtspflanze bevorzugt wird, hat sich dort eine Generation größerer Bevölkerungsdichte gebildet als auf dem

gelben Mais der Kontrollfelder. Die 2. Schmetterlingsgeneration, die sich auf dem weißen Mais entwickelt hatte, überfiel daher auch den daneben angebauten Weizen in stärkerem Maße, da die Pflanzen dicht nebeneinder standen, während sie auf den entfernter liegenden, alleinstehenden türkischen Weizenfeldern weniger Schaden anrichtete.

Die Mischkultur türkischer Weizen und Mais bietet also wirklich insofern einen Vorteil, als die Schmetterlinge der 1. Generation abgelenkt werden. Derselbe Vorteil verkehrt sich aber dann durch die 2. Generation zum Schaden, da diese den weißen Mais vorzieht, der unter den klimatischen Bedingungen des Po-Tales stärker von diesem Insekt befallen wird. Die 2. Generation pflanzt sich auf dieser Gattung Mais im Vergleich zum gelben Mais zahlreicher fort und überfällt daher auch in größerem Maße den danebenstehenden türkischen Weizen, während die entfernter stehenden türkischen Weizenfelder nicht so sehr befallen werden.

Diese im Jahr 1940 entdeckte Schwierigkeit wird nun im Laufe dieses Jahres neuerdings studiert.

Verona, Mai 1941.

(Aus dem Institut für Zoologie Ankara)

Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung der Hyponomeuta padellus L.

Von

Mithatali Tolunay

(Mit 9 Abbildungen und 4 Diagrammen)

Inhalt

Seite

I. Einleitung 422
II. Material, Methode und allgemeine Beobachtungen 424
A. Material, Methode und kurze Biologie 424
B. Allgemeines 426
a) Die Punktierung des vorderen Flügels 426
b) Eizahl 426
c) Geschlechtsverhältnis 426
d) Generationszahl 427
III. Die Sterblichkeit hungernder Eiraupen 427
IV. Entwicklungsdauer der präimaginalen Stufen und Lebensdauer der Falter . 429
a) Larve 429
b) Über die Larvenentwicklungsdauer und den sogenannten Entwicklungsnullpunkt 430
c) Puppe 432
d) Lebensdauer der Falter 435
V. Zusammenfassung 437
VI. Literatur 438

I. Einleitung

Über die *Hyponomeuta*-Arten liegt eine ziemlich große Literatur vor; aber fast keine enthält Angaben über die direkten Beziehungen dieser Arten zu klimatischen Verhältnissen; obwohl diese Arten in Steppengebieten in Massen auftreten und da großen Schaden anrichten, wurden sie bisher keinen entsprechenden eingehenderen Untersuchungen unterzogen.

In den Steppengebieten von Ankara richten die *Hyponomeuta*-Arten an den Obstbäumen regelmäßig Schaden an. Ankara ist nicht sehr reich an Obstbäumen bzw. an Apfelbäumen, jedoch ist es reich an Weiden entlang der kleinen Flüsse, so z. B. sind am Ayas, Ince Su und Çubuk deresi im allgemeinen nur Weiden anzutreffen. Diese Täler, die mit Weiden geschmückt sind, dienen den ganzen Sommer für die meisten Bewohner Ankaras als Ausflugsorte. Aber in manchen Jahren werden die Weiden durch die Hyponomeuten so stark befallen, daß sie nicht mehr mit ihrem frischen, dichten Laub den Besuchern Schatten spenden und sie vor den brennenden Sonnenstrahlen schützen können. Dazu belästigen von den Weiden herunterspinnende und hängende Larven die Menschen und verschmutzen vor allem das Essen, das im Sommer im Freien zubereitet wird.

Von den Weiden gehen die Hyponomeuten dann auf Obstbäume, besonders auf Apfel- und Birnbäume, über.

In Jahren, in denen die Motten stark auftreten, werden die Weiden im nächsten Winter gestutzt. Dadurch wird die Vernichtung der Eier, welche an den dünnen Ästen abgelegt wurden, erzielt und somit der Überflug der Schmetterlinge auf die Obstbäume verhindert, jedoch verliert man an den Ausflugsorten fast jedes Jahr die schöne Belaubung und Beschattung durch die Weiden, die in den Steppenregionen für die Bewohner den einzigen Frühjahrsschmuck darstellen.

Wie aus späteren Kapiteln zu ersehen sein wird, ist die genauere biologische Untersuchung der Motte nach den bekannten Laborversuchen ziemlich schwer. Wie bekannt überwintert sie als Eiraupe; die abgelegten Eier sind mit Schuppen bedeckt, die ausschlüpfenden Eiraupen kriechen erst im nächsten Frühjahr aus dem Eihaufen heraus. Um die Eientwickungsdauer zu studieren, könnte man zwei Richtungen verfolgen:

1. Die Eihaufen von den Ästen abheben und in die Versuchsschalen umgekehrt einsetzen, oder

2. Hunderte von Ästen, die mit Eihaufen belegt sind, sammeln, sie den verschiedenen Versuchskombinationen aussetzen und jeden Tag von den in den verschiedenen Kombinationen eingesetzten Eihaufen einen herausnehmen, öffnen und die Eier untersuchen.

Beide Wege sind nicht als einwandfrei anzusehen. Erstens Eihaufen abheben und sie umgekehrt auflegen, um die ausschlüpfenden Eier ansehen zu können, würde nicht ihrer natürlichen Lage entsprechen. Zweitens, wenn man tausende mit Eihaufen belegte Äste zur Verfügung hat, so kann man nicht einfach diese Äste in kleine Stücke zerschneiden und in den heutigen Thermostaten, z. B. in dem Münchener Brückenthermostat die Versuche fortführen; denn sobald die Äste austrocknen, sterben die noch nicht ausgekrochenen Eiraupen ab. Es ist für die noch nicht geschlüpften Tiere auch die natürliche Wirkung der absoluten Feuchtigkeit des Astes verloren gegangen und dadurch ist mit auftretenden, unnatürlichen Wirkungen zu rechnen. Es bleibt noch ein anderer Weg: In jeder Kombi-

nation befinden sich Hunderte von mit Eiern belegten kleinen Ästen, welche man in mit Wasser gefüllte Gläschen steckt. Man müßte jeden Tag ein Eigelege aus jeder Kombination untersuchen. Da reichliches Material fehlte, konnte die Entwicklungsdauer nicht in dieser Weise untersucht werden, die jedoch bei anderen unklaren Punkten, die sich bei späteren Untersuchungen ergaben, in Betracht gezogen wurde.

Diese kleine Vorarbeit über *Hyponomeuta* verdanke ich besonders meinem unvergeßlichen, hochverehrten Geh. R.-Rat Prof. Dr. h. c. K. Escherich, der mir seinerzeit für diese Arbeit Anregungen gab.

II. Material, Methode und allgemeine Beobachtungen

A. Material, Methode und kurze Biologie

Im Jahre 1936 trat die Motte in Ankara in Massen auf. Am 1. September 1936 wurden Weidenäste mit abgelegten Eihaufen (Abb. 1) abgeschnitten und in je 10 cm lange Stücke zerlegt. Die Schnittflächen

Abb. 1. Eihaufen von *Hyponomeuta padellus*

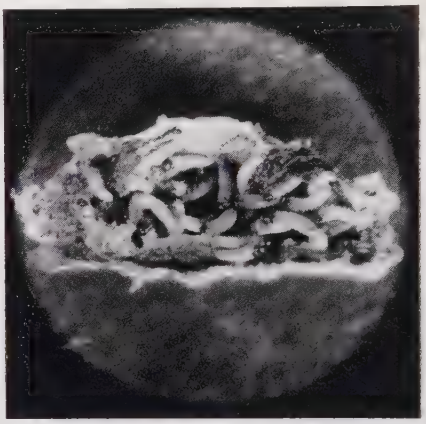


Abb. 2. Eiraupen auf dem umgedrehten Eigelege

wurden paraffiniert und dann die Aststücke im Labor bei etwa 40 bis 60 % relativer Luftfeuchtigkeit und 20 ° C aufbewahrt. Das derart gesammelte, aufbewahrte, reichliche Material ließ jedoch zu keinen Ergebnissen kommen, denn sobald die Äste austrockneten, starben auch die Eiraupen (Abb. 2) ab. Das Absterben der Eiraupen fing erst am 25. Tage an und war nach 45 Tagen beendet[1]). Danach wurden am 15. November 1936 neuerdings mit Eihaufen belegte Weidenäste gesucht, in 10—20 cm lange Stücke geschnitten und mit den Schnittflächen ins

[1]) Nach dieser Beobachtung ist mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß erstens die bisherige Vermutung, daß sich die Eiraupen von Rindensaft ernähren, feststeht; und zweitens: daß man durch frühes Abschneiden eine wirkungsvolle Bekämpfung gegen die Eier zu führen vermag.

Wasser gesteckt (Abb. 3). Diese wurden dann in einem Zimmer, wo die relative Luftfeuchtigkeit 40—60 % und die Temperatur 18—20 ° C betrug, aufbewahrt. Am 10. Dezember 1936, das heißt nach 25 Tagen, fingen die Knospen an auszuschlagen; die Triebe waren am 27. November fast 3—4 cm groß. In dieser Zeit wurden alle Eihaufen durchsucht und man sah, daß aus den Eihaufen, welche in der Nähe der Knospen sich befanden (was ja im allgemeinen der Fall ist), die Eiraupen ausgekrochen waren, daß sie jedoch aus solchen, die weit oder abseits der Knospen abgelegt waren, noch nicht geschlüpft waren. Diese Beobachtung gibt Anlaß, mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß das Ausschlagen der Knospen auf das Auskriechen der Eiraupen eine beschleunigende, positiv-chemotaktische Wirkung ausübt.

Abb. 3. Aufbewahrung der mit Eigelegen belegten Zweige

Endlich wurden die für Versuchszwecke gesammelten Weidenäste, die mit Eihaufen belegt waren, ins Wasser gesteckt und in einem dunklen Raum, welcher eine niedere Temperatur hatte, aufbewahrt. Dann wurden sie, wie aus der Abb. 4 zu ersehen ist (nach der Zwölferschen Methode), in kleine Tuben, welche Wasser enthielten, gelegt und den verschiedenen Temperatur- und relativen Luftfeuchtigkeitskombinationen ausgesetzt. Mit der Zeit fingen die ausgekrochenen Eiraupen an zuerst die Knospen und dann die Blätter der frischen jungen Triebe anzufressen (Abb. 5) und zu minieren (Abb. 6). Für die weitere Fütterung wurden immer frische Knospentriebe gehalten (Abb. 3) und diese neben die befressenen Ästchen gelegt. Das Übergehen der Raupen auf die neuen Äste geschah ohne jede Berührung.

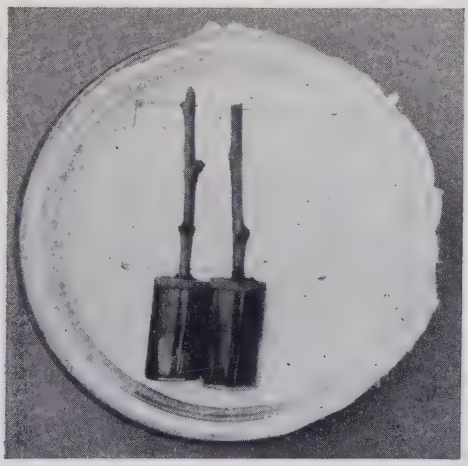


Abb. 4

Die zuerst ausgekrochenen Eiraupen drangen zunächst in die Knospen, dann aber von der Spitze her in die Blätter ein und fraßen den parenchymatischen Teil der Blätter aus (Abb. 6). Die sich weiter (Abb. 7) ent-

wickelnden Raupen sammelten sich unter den Blättern und bespannen die Blätter (Abb. 8). Hungernde Raupen nagten sogar die Rinde an (Abb. 9)[1]).

B. Allgemeines

a) Die Punktierung der vorderen Flügel. Bei den als Untersuchungsmaterial benutzten Hyponomeuten sind drei, selten vier Punktreihen vorhanden, die auf dem Außenrand der Flügel unregelmäßig verlaufen. Die Zahl der Punkte scheint zwischen 22—34 zu variieren. Die Länge des rechten Flügels variiert zwischen 8—10 mm. Die Flügel-

Abb. 5. Fraß der Eiraupen an Knospen und Blättern

Abb. 6. Fraß der Eiraupen an jungem Weidenblatt

länge läßt jedoch keinen Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Individuen erkennen.

b) Eizahl. Es wurden 72 Eihaufen geöffnet und die in jedem Eihaufen befindlichen Eiraupen gezählt (parasitierte oder taube Eier waren nicht zu sehen). Es wurde 11 als geringste, 80 als größte Zahl gefunden. Auf Grund der Zählung von 2664 Eiraupen wurde als Durchschnitt die Eizahl von 37 Eiern je Eihaufen errechnet. Diese Zahlen stimmen mit den von vielen Autoren angegebenen Eizahlen überein.

c) Geschlechtsverhältnis. Bei den 236 untersuchten, gezogenen Motten war das Geschlechtsverhältnis der Männchen zu den Weibchen 30,08 : 69,02 %. Da die Kopulation 9—16 Stunden dauert und danach

[1]) Derartige Beobachtungen sind schon von vielen Autoren gemacht worden.

das Männchen stirbt, ist das Vorkommen teilweiser Parthenogenese als wahrscheinlich anzunehmen.

d) Generationszahl. Die von im Labor gezüchteten Motten erhaltenen Eihaufen wurden bei einer Kombination von 80—85% relativer Luftfeuchtigkeit und einer Temperatur von 25° C gehalten. Nach einiger Zeit krochen die Eiraupen aus und fingen an, die frischen Blätter, die als Futter vorgelegt waren, anzufressen. Da aber später frische Knospen und Blätter nicht mehr zur Verfügung standen, gingen die Eiraupen an Hunger zugrunde.

Diese Beobachtung beweist, daß die Motten, die in der Natur nur eine Generation haben, bei günstigen Bedingungen sich auch sofort — ohne Diapause — entwickeln können.

In der Tabelle 1 sind die minimalen, mittleren und maximalen Monatstemperaturen sowie die minimalen und mittleren monatlichen Werte der relativen Luftfeuchtigkeit von Ankara angeführt. (Monatsdurchschnitt nach den zehnjährigen Aufzeichnungen 1925—1935.)

Abb. 7. Besponnenes Blatt mit Raupen von *Hyponomeuta padellus*

III. Die Sterblichkeit hungernder Eiraupen

Es wurde untersucht, wie lange die Eiraupen zu hungern vermögen, falls die Eiraupen vor dem Austreiben der Knospen aus ihren Eihaufen auskriechen. In der Natur dürfte dies kaum vorkommen, weil das Austreiben der Knospen eine positiv-chemotaktische Wirkung auf das Ausschlüpfen der Eiraupen auszuüben scheint. Um die

Abb. 8. Eiraupengespinst (sehr stark vergrößert)

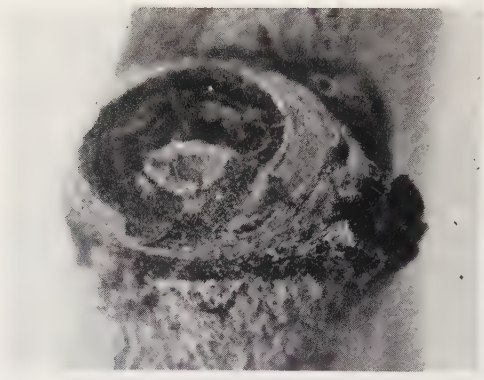


Abb. 9. Rindenfraß von hungernden Raupen

Hungerfähigkeit festzustellen, wurde mit insgesamt 4827 Eiräupen in 6 Stufen verschiedener relativer Luftfeuchtigkeit und bei 6 verschiedenen Temperaturen, d. h. in 36 Kombinationen ein Versuch durchgeführt.

Das Versuchsergebnis war folgendes:

Bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit und niederer Temperatur vermindert sich die Eiraupensterblichkeit. Bei 45 bis 100% relativer Luftfeuchtigkeit und Temperaturen von 0—23° C liegt die Eiraupensterblichkeit zwischen 0 und 15 %. Bei den anderen Kombinationen (ausgenommen bei 35—40% relativer Luftfeuchtigkeit und einer Temperatur von 16,9° C, bei welcher Kombination die Mortalität 17 % beträgt), liegt die Sterblichkeit der Eiraupen zwischen 50—100%. In den Monaten April, Mai und Juni, in welchen die Motten in Ankara ihre Hauptentwicklungsstadien durchmachen, betragen die mittleren relativen Luftfeuchtigkeiten 54 %, 53 % und 49 %; die diesen Monaten entsprechenden Temperaturen betragen der Reihe nach 13,3, 15,9 und 17,7° C (diese meteorologischen Daten sind nach zehnjährigen Beobachtungen ermittelt worden). Wenn man die Beobachtungsergebnisse mit den meteorologischen Daten von Ankara vergleicht, so ist daraus zu schließen, daß die klimatischen Verhältnisse von Ankara auf die Räupchen bei einer Hungerzeit von 8 Tagen (wahrscheinlich auch bei längerer Hungerzeit) keine negative Wirkung haben.

Tabelle 1

Monat	Temperatur in C°			Relative Luftfeuchtigkeit in %	
	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel
I	— 4.6	— 0,3	3,7	35,8	79
II	— 4,1	— 0,8	4,2	33,4	78
III	— 1,0	— 6,0	10,9	25,5	63
IV	— 4,1	— 13,3	17.4	15,8	54
V	— 9,3	— 15,9	23,6	16,2	53
VI	— 12,1	— 17,7	26,4	13,4	49
VII	— 14.6	— 22,6	29,6	10.4	42
VIII	— 15,1	— 23,7	30,3	11,5	38
IX	— 10,9	— 18,9	27,7	10,9	42
X	— 6,2	— 13,6	22,1	17,1	55
XI	— 2,1	— 7,7	13,8	26,9	71
XII	— 1,4	— 1,1	5,9	44,3	79

Um die Einwirkung von Kälte auf die Eiraupen festzustellen, wurden 10 Eiraupenhaufen 12 Tage lang bei —8° C gehalten. Nach dieser Zeit lebten alle untersuchten Eiraupen noch weiter. Außerdem wurden am 1. Februar 1936 bei 5° C eingesetzte Eiraupen erst am 11. Juli 1936. d. h. nach 6 Monaten untersucht: alle Eiraupen lebten noch. Es ergibt sich daraus, daß die Eiraupen bei —8° C nicht sterben und bei niedrigen Temperaturen z. B. bei 5° C (wie später zu ersehen ist, liegt diese Temperatur unter dem Entwicklungsnullpunkt: 7,4) lange überleben können.

IV. Entwicklungsdauer der präimaginalen Stufen und Lebensdauer der Motten

a) Infolge der Unmöglichkeit, an den Eiraupen tägliche Beobachtungen vorzunehmen, konnten die Mortalitätsprozente bei den Eiraupen nicht festgestellt werden, denn sobald die Eiraupen herauskrochen, drangen sie entweder in die Knospen oder in den parenchymatischen Teil der jungen Blättchen ein. Hätte man täglich die Knospen und Blätter geöffnet, um die tägliche Mortalität festzustellen, so würde dies die natürliche Lage und das Leben der Eiraupen stark gestört haben. Um dies zu vermeiden, konnte weder die Raupenmortalität noch die Häutungszahl bei den verschiedenen Temperatur-Luftfeuchtigkeitskombinationen in Betracht gezogen werden.

Um die Larvenentwicklungsdauer zu untersuchen, wurde mit 8 Temperaturen und 6 Stufen relativer Luftfeuchtigkeit, also insgesamt mit 48 Kombinationen gearbeitet. Jede Kombination enthielt 2—3 Eihaufen, d. h. 100—120 Eiraupen. Insgesamt standen für die Versuche also rund 5000—7000 Eiraupen zur Verfügung.

Wie aus den Tabellen 2, 3 und 4 zu ersehen ist, wurde die Entwicklung der Larven in drei verschiedenen relativen Luftfeuchtigkeitsstufen (45—50 %, 60—70 %, 95—100 %), welche mit Temperaturstufen von 16—28° C kombiniert waren, verfolgt. Den Tabellen ist folgendes zu entnehmen: Die Larvenentwicklung verlief bei 45—70 % relativer Luftfeuchtigkeit und 16—28° C am besten; bei 95—100 % relativer Luftfeuchtigkeit und 16—22° C erfolgte sie wohl, aber nicht so normal wie bei den vorgenannten Temperatur-Luftfeuchtigkeitskombinationen. Relative Luftfeuchtigkeiten über 90 %, kombiniert mit Temperaturen unterhalb 16° C und oberhalb 22° C und relative Luftfeuchtigkeiten von 45—70 % kombiniert mit Temperaturen unterhalb 16° C und oberhalb 28° C, verhindern die Entwicklung der Larven. Je mehr die Kombination von diesen Grenzen abweicht, desto besser geht die Larvenentwicklung vor sich.

Die Auskriechzeit der Eiraupen hängt wieder von der Temperatur ab. Wie den Tabellen 2, 3 und 4 zu entnehmen ist, schwankt diese Zeit bei 6—36° C zwischen 2 und 16 Tagen. Bei Temperaturen unter 6° C kommen die Eiraupen gar nicht aus ihren Eihaufen heraus.

Tabelle 2

Entwicklungsdauer beginnend mit dem Eiraupenstadium bis zum Tode der Motten bei 45—50% relativer Luftfeuchtigkeit und bei verschiedenen Temperaturkombinationen

Temperatur in C°	Auskriechzeit in Tagen	Verpuppung nach Tagen			Die Zahl der Verpuppten	Die Ausschlüpfzeit der Motten nach Tagen			Die Zahl der geschlüpften Motten	Der Tod der Motten nach Tagen		
		die erste	die meisten	die letzte		die erste	die meisten	die letzte		die erste	die meisten	die letzte
36,0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27,5	2	30	34	37	38	38	42	45	32	41	46	48
22,4	2	33	39	42	37	44	46	49	75	49	56	58
22,1	2	36	40	42	69	45	50	54	69	58	64	68
18,6	5	41	43	44	48	54	56	58	47	61	72	73
16,9	7	55	58	61	65	70	73	79	65	82	88	97
11,0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6,0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Das nach der Tabelle 3 aufgezeichnete Diagramm 1 macht den Eindruck, als ob die niederen relativen Luftfeuchtigkeiten (abgesehen von manchen Ausnahmen, welche als Versuchsfehler anzusehen sind) eine verzögernde Wirkung auf die Entwicklung ausgeübt hätten.

b) Über die Larvenentwicklungsdauer und den Entwicklungsnullpunkt. Es wurde zunächst versucht nach den erhaltenen

Tabelle 3

Entwicklungsdauer beginnend mit dem Eiraupenstadium bis zum Tode der Motten bei 60—70% relativer Luftfeuchtigkeit und bei verschiedenen Temperaturkombinationen

Temperatur in C°	Auskriechzeit in Tagen	Verpuppung nach Tagen			Die Zahl der Verpuppten	Die Ausschlüpfzeit der Motten nach Tagen			Die Zahl der geschlüpften Motten	Der Tod der Motten nach Tagen		
		die erste	die meisten	die letzte		die erste	die meisten	die letzte		die erste	die meisten	die letzte
36,0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27,5	2	28	31	33	32	38	40	41	31	39	47	48
22,4	2	33	36	41	80	43	45	46	74	50	54	58
21,1	2	36	38	41	41	46	47	50	41	53	59	67
18,6	4	46	49	52	88	57	60	62	88	64	80	84
16.9	6	54	57	59	58	66	68	69	58	69	82	86
11,0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6,0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 4

Entwicklungsdauer beginnend mit dem Eiraupenstadium bis zum Tode der Motten bei 95—100% relativer Luftfeuchtigkeit und bei verschiedenen Temperaturkombinationen

Temperatur in C°	Austriebszeit in Tagen	Verpuppung nach Tagen			Die Zahl der Verpuppten	Die Ausschlüpfzeit der Motten nach Tagen			Die Zahl der ausgeschlüpften Motten	Der Tod der Motten nach Tagen		
		die erste	die meisten	die letzte		die erste	die meisten	die letzte		die erste	die meisten	die letzte
36.0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27,5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22,4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21,1	2	3	40	40	40	3	49	49	50	61	66	67
18,6	5	10	48	50	51	5	56	60	62	71	72	77
16.9	6	4	54	54	57	4	66	67	71	78	79	81
11,0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6,0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Beobachtungszahlen den Entwicklungsnullpunkt und die Wärmesumme nach der Blunkschen Formel auszurechnen. Die bei denselben Temperaturen und verschiedenen relativen Luftfeuchtigkeiten aufgezogenen Motten haben aber ganz verschiedene Entwicklungsdauerwerte und daher auch einen anderen Entwicklungsnullpunkt und andere Wärmesummen. Daraus ist also zu entnehmen, daß der Entwicklungsnullpunkt und die Wärmesumme mit den relativen Luftfeuchtigkeitsänderungen schwanken. Diese Schwankungen gelten für die einzelnen Stadien und für die gesamte Entwicklung, ebenfalls bei verschiedenen Tem-

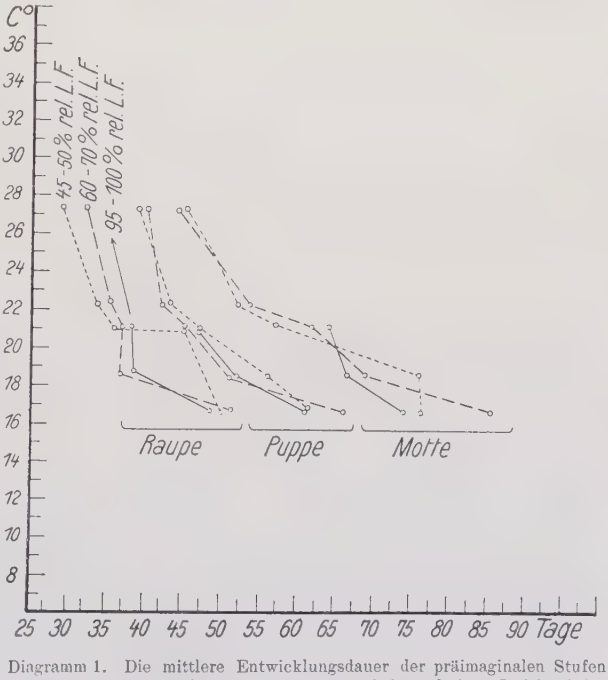


Diagramm 1. Die mittlere Entwicklungsdauer der präimaginalen Stufen und die Lebensdauer der Motten in Tagen, bei 3 relativen Luftfeuchtigkeits- und 5 Temperaturkombinationen

peraturen. Deswegen erhält man jedesmal andere Werte und es sind hier bei der Ausrechnung des Entwicklungsnullpunktes nur die in der Tabelle 3 erhaltenen Beobachtungszahlen in Betracht gezogen worden, weil die Larven ihre Entwicklung in den Temperaturen, die mit 60—70 % relativer Luftfeuchtigkeit kombiniert waren, durchgemacht hatten und den Beobachtungszahlen nahe standen. Für die Berechnung des Entwicklungsnullpunktes wurde nur die Larvenentwicklung in Betracht gezogen. All die erhaltenen Beobachtungszahlen balancieren miteinander nach der Blunkschen Formel (T[t−c] = K) nach dem Mittel gerechnet. Danach ist der Entwicklungsnullpunkt für die Larve 7,4 ° C und die Wärmesumme 532 ° C.

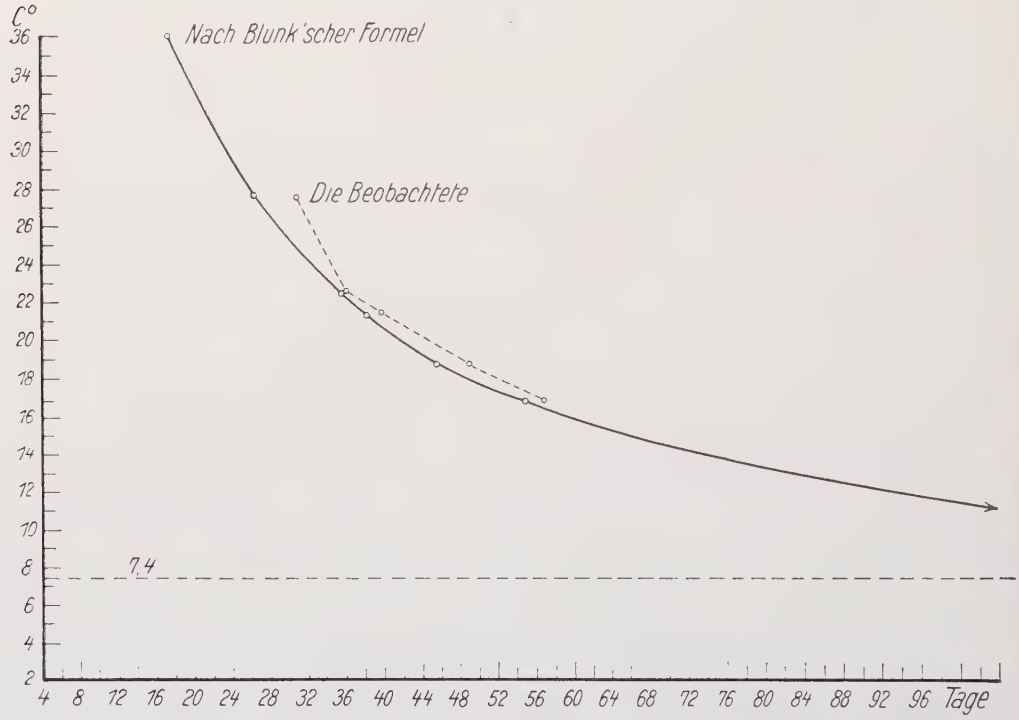


Diagramm 2. Die mittlere Entwicklungsdauer der Larven bis zu ihrer Verpuppung; bei verschiedener relativer Luftfeuchtigkeit und Temperaturkombinationen. ... beobachtete, - - - nach der Blunkschen Formel berechnete

Entwicklungsdauer der Larven bei 60—70 % relativer Luftfeuchtigkeit in Tagen

Temperatur in C°	6,0	11,0	16,1	18,6	21,1	22,4	27,5	36.0
Beobachteter Mittelwert	0	6	57	49	38	36	31	0
Berechnet auf Grund der Blunkschen Formel	—	142,3	55	45,7	38,8	35,5	26,4	17,4

c) Puppe: Die prozentuelle Mortalität der bei den Dauerkombinationen erhaltenen Puppen (Tabelle 2, 3, 4) ist folgende:

Temperatur in C°	16,9	18,6	21,1	22,4	27.5
Bei 45— 50 % rel. Luftfeuchtigkeit	0	2	0	2,3	15,8
Bei 60— 70 % „ „	0	0	0	7,5	0
Bei 95—100 % „ „	0	50	0	—	—

Wie die Zahlen deutlich zeigen, tritt bei 60—70 % relativer Luftfeuchtigkeit, kombiniert mit Temperaturen von 16,9—27,5 ° C, die geringste prozentuelle Mortalität auf (22,4 ° C mit 7,5 % Mortalität macht jedoch eine Ausnahme, was auch als ein Versuchsfehler anzusehen ist).

Da bei 95—100 % relativer Luftfeuchtigkeit zu wenig Puppen erhalten wurden, können diese Ergebnisse nicht mit den anderen verglichen werden, weil diese Kombination sich als ungünstig herausstellte.

Der Geschlechtsunterschied wurde bei den Puppen nicht berücksichtigt, daher konnte nicht festgestellt werden, ob die beiden Geschlechter gleichzeitig oder nur in verschiedenen Zeitabschnitten ihre Puppenentwicklung durchmachen.

Zur Feststellung der prozentuellen Puppenmortalität, wurde bei 8 verschiedenen Temperaturen und 6 verschiedenen relativen Luftfeuchtigkeitsstufen, d. h. insgesamt mit 48 Kombinationen, eine Untersuchung an 75 Puppen durchgeführt (Tabelle 5). Die bei diesem Versuch verwendeten Puppen wurden aus im Labor aufgezogenen Raupen erhalten und unmittelbar in die verschiedenen Kombinationen eingesetzt. Das Ergebnis

Tabelle 5

Die prozentuelle Mortalität der Puppen bei verschiedenen relativen Luftfeuchtigkeits- und Temperaturkombinationen

Temperatur in C°	Relative Luftfeuchtigkeit in %																	
	95—100			45—50			60—70			35—40			25—30			5—10		
	n	Zahl d. Ausgeschlüpften	Mortalität in %	n	Zahl d. Ausgeschlüpften	Mortalität in %	n	Zahl d. Ausgeschlüpften	Mortalität in %	n	Zahl d. Ausgeschlüpften	Mortalität in %	n	Zahl d. Ausgeschlüpften	Mortalität in %	n	Zahl d. Ausgeschlüpften	Mortalität in %
36	50	0	**100**	50	0	**100**	50	0	**100**	—	—	—	50	0	**100**	0	0	0
28	16	15	**6,2**	10	8	**20**	15	15	**0**	11	11	**0**	10	8	**20**	14	13	**7**
25	65	60	**7,6**	60	48	**20**	65	63	**3**	11	11	**0**	60	60	**0**	14	12	**14,2**
22	17	17	**0**	9	9	**0**	20	19	**5**	10	10	**10**	10	7	**30**	17	17	**0**
18	16	16	**0**	25	25	**0**	10	10	**0**	11	11	**0**	10	9	**10**	14	13	**7**
16	5	4	**0**	10	10	**0**	5	5	**0**	10	9	**10**	10	10	**0**	10	8	**20**
12	10	10	**0**	7	7	**0**	5	5	**0**	10	6	**60**	11	10	**9**	10	3	**30**
6	10	10	**0**	—	—	—	10	10	**0**	—	—	—	5	0	**100**	5	0	**100**

zeigt, daß die Puppen eine viel größere Klimawiderstandsfähigkeit besitzen als die Eiraupen. Die Grenze der 100 %-Mortalität liegt bei 0—35 % relativer Luftfeuchtigkeit kombiniert mit 6° C sowie in allen relativen Luftfeuchtigkeitsstufen, die mit 36° C und höheren Temperaturen kombiniert sind. Da in Ankara in den Monaten, in welchen sich die Motte entwickelt, so tiefe und hohe Temperatur — und relative Luftfeuchtigkeitswerte nicht auftreten, ist anzunehmen, daß das Klima von Ankara keine negative Wirkung auf die Puppen ausübt.

Neben den Mortalitätsversuchen die an Puppen durchgeführt wurden, wurde noch die Entwicklungsdauer der Puppen bei verschiedenen relativen Luftfeuchtigkeits- und Temperaturkombinationen beobachtet (Tabelle 6).

Tabelle 6

Die Entwicklungsdauer der Puppen in Tagen, bei verschiedenen Temperatur- und relativen Luftfeuchtigkeitskombinationen

Temperatur in C°	Relative Luftfeuchtigkeit in %																	
	95—100			45—50			60—70			35—40			25—30			5—10		
	die ersten	die meisten	die letzten	die ersten	die meisten	die letzten	die ersten	die meisten	die letzten	die ersten	die meisten	die letzten	die ersten	die meisten	die letzten	die ersten	die meisten	die letzten
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	7	**10**	11	9	**11**	11	7	**9**	8	9	**8**	10	8	**8**	10	7	**7**	7
25	8	**10**	11	7	**9**	11	8	**9**	10	10	**9**	11	9	**8**	13	7	**8**	8
22	8	**13**	15	12	**12**	14	8	**12**	9	13	**11**	14	—	—	—	8	9	11
18	11	**17**	18	15	**16**	17	9	**15**	11	15	**15**	16	15	**15**	17	9	**10**	10
16	23	**23**	24	30	**25**	33	19	**23**	23	—	—	—	20	**22**	27	10	**10**	10
12	34	**35**	37	38	**30**	40	30	**39**	46	34	**36**	36	37	**38**	46	21	**23**	24
6	68	**70**	74	—	—	—	71	**72**	73	—	—	—	0	0	0	0	0	0

Die Puppen können sich bei allen Kombinationen von 10—100 % relativer Luftfeuchtigkeit und bei Temperaturen von 6—28° C entwickeln. Das Diagramm 3 welches nach Puppen die bei 12—30° C und bei verschiedenen relativen Luftfeuchtigkeitskombinationen gehalten waren gezeichnet wurde, zeigt deutlich, daß niedere relative Luftfeuchtigkeit die Entwicklungsdauer der Puppen verkürzt; bei höherer relativer Luftfeuchtigkeit ist es umgekehrt. Diese Feststellung widerspricht der Entwicklung der Puppen, die in Dauerkombinationen erhalten wurden bei diesen scheint die relative Luftfeuchtigkeitserhöhung eine umgekehrte Wirkung auszuüben, was aber des wenigen Materials wegen (im Vergleich zu dem ersten Fall), nicht als richtig anzunehmen ist.

Die Puppenentwicklungsdauer hängt stark von der Temperatur ab; diese schwankt bei Temperaturen von 27,5° C bis 6° C zwischen 7 und 70 Tagen.

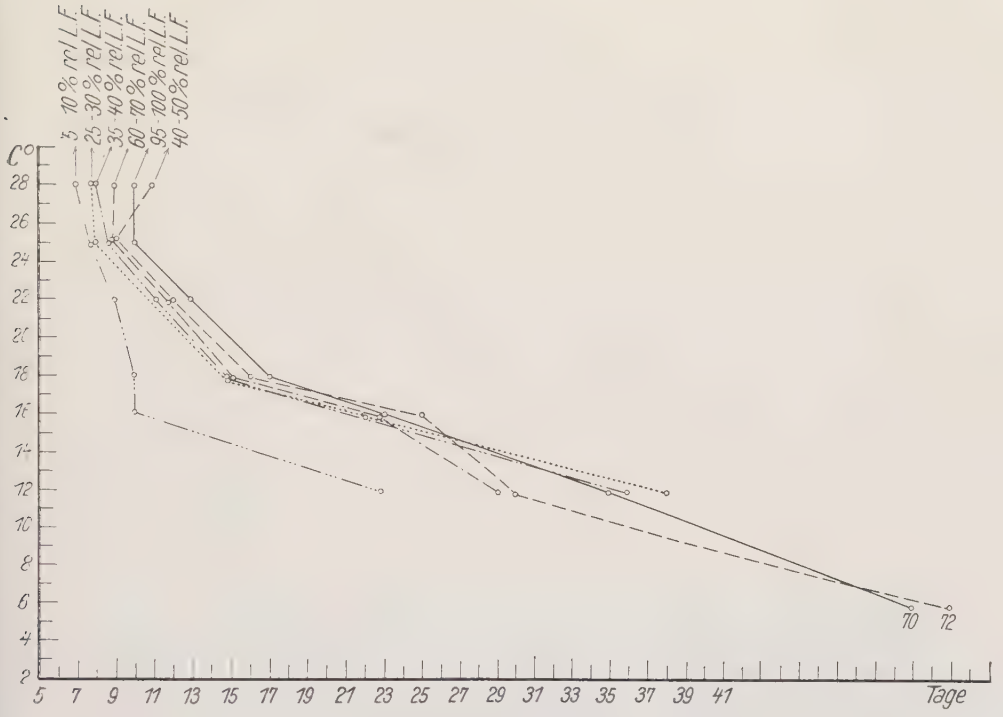


Diagramm 3. Die Entwicklungsdauer der Puppen bei Kombinationen verschiedener relativer Luftfeuchtigkeit mit verschiedener Temperatur

Bei der Kombination der relativen Luftfeuchtigkeitsstufen von 10 bis 100 % mit Temperaturen von 16,9° bis 22,4° C, wurde Kopulation beobachtet. Nach dieser Beobachtung scheint bei der Kopulation die Temperatur eine größere Rolle zu spielen als die relative Luftfeuchtigkeit.

d) Lebensdauer der Falter. Die Lebensdauer der Falter, welche bei 45—50 %, 60—70 % und 95—100 % relativer Luftfeuchtigkeit und verschiedenen Temperaturstufen beobachtet wurde, ist nach ihren minimalen, mittleren und maximalen Werten in den Tabellen 2, 3 und 4 angeführt und die mittlere Lebensdauer in Diagramm 1 veranschaulicht.

Um die Lebensdauer der Imagines noch sicherer festzustellen, wurde mit reichlichem Material, und zwar in 42 Kombinationen mit 700 Motten ein weiterer Versuch durchgeführt. Die Versuchsergebnisse sind aus der Tabelle 7 zu ersehen. Nach Eintritt des Todes der meisten Motten, bzw. nach ihrer mittleren Lebensdauer, ist das Diagramm 4 gezeichnet. Im ganzen kann das Ergebnis folgendermaßen zusammengefaßt werden: Die mit höheren und niederen Temperaturen kombinierten höheren und niederen relativen Luftfeuchtigkeitswerte üben eine verkürzende Wirkung auf die Lebensdauer der Motten aus. Dagegen wirken die mit Temperaturen von 10—24° C kombinierten mittleren relativen Luftfeuchtigkeiten

Tabelle 7

Die Lebensdauer der Motten in Tagen, bei verschiedenen relativen Luftfeuchtigkeits- und Temperaturkombinationen

Temperatur in C°	Relative Luftfeuchtigkeit in %																	
	95—100			45—50			60—70			35—40			25—30			5—10		
	minimale	mittlere	maximale	minimale	mittlere	maximale	minimale	mittlere	maximale	minimale	mittlere	maximale	minimale	mittlere	maximale	minimale	mittlere	maximale
28	2	**6**	10	6	**7**	9	4	**5**	5	5	**7**	8	6	**7**	8	1	**3**	3
25	4	**10**	19	11	**17**	20	5	**9**	11	9	**16**	17	5	**7**	11	4	**4**	5
22	8	**13**	27	16	**20**	23	3	**8**	10	9	**14**	18	8	**13**	18	5	**7**	9
18	10	**14**	22	6	**25**	31	7	**15**	18	5	**19**	22	11	**12**	16	7	**7**	7
16	17	**20**	37	4	**15**	24	12	**18**	22	9	**13**	17	9	**14**	22	—	—	—
12	17	**24**	29	10	**13**	15	18	**18**	23	4	**7**	12	5	**11**	20	4	7	13
6	13	**14**	15	—	—	—	10	**10**	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(abgesehen von manchen Ausnahmen) verlängernd auf die Lebensdauer der Motten. Dieses Ergebnis widerspricht demjenigen, das bei den dauernden Kombinationen erhalten wurde, genau so wie es bei den Puppen der Fall war.

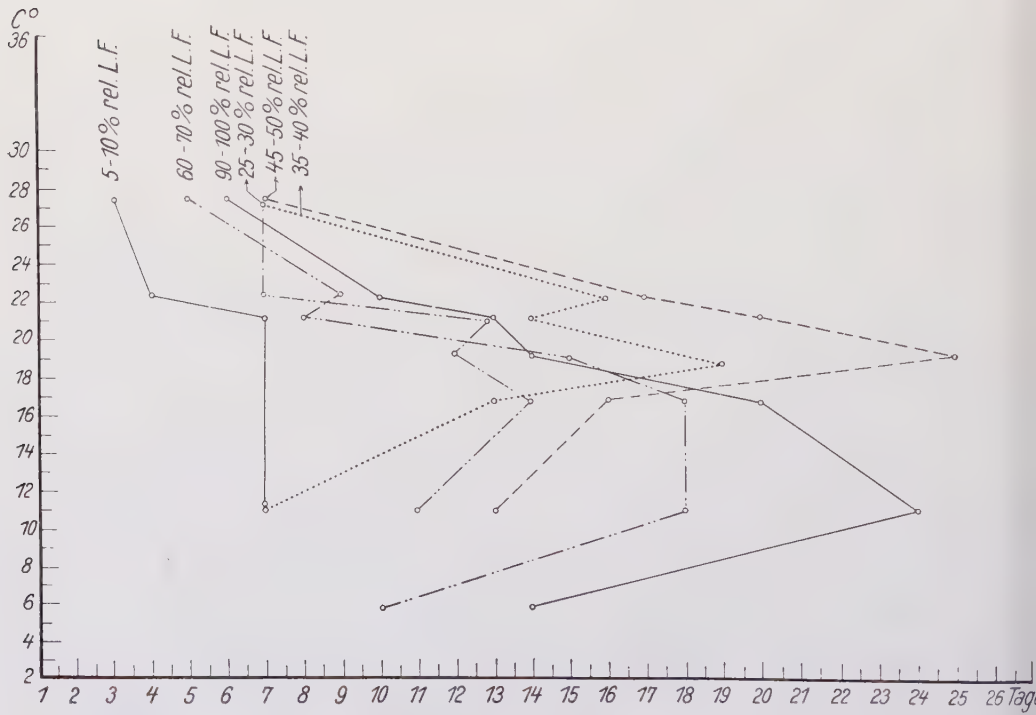


Diagramm 4. Die mittlere Lebensdauer der Falter bei Kombinationen von verschiedenen relativen Luftfeuchtigkeitsstufen mit verschiedenen Temperaturen

Zusammenfassung

1. Die Motte hat ihr Dauerschadensgebiet längs der Flußläufe in der Steppe bei Ankara. Da sie polyphag ist, geht sie auf verschiedene Bäume über.

2. Die Eiraupen können nur auf frischen Ästen, nicht aber auf trockenen leben. Deswegen kann der Winterschnitt der Weiden eine wirksame mechanische Bekämpfung darstellen.

3. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist anzunehmen, daß das Austreiben der Knospen auf das Auskriechen der Eiraupen (aus dem Eihaufen) eine beschleunigende, positiv chemotaktische Einwirkung ausübt.

4. Die Punktierung der vorderen Flügel der Motte ist variabel.

5. Eizahlen: geringster Wert: 11, mittlerer Wert: 37 und Höchstwert: 80.

6. Geschlechtsverhältnis der Männchen zu Weibchen: 30,08 : 69,02 (in Prozenten).

7. Die einfache Generation scheint nicht erblich bedingt zu sein, sondern vielmehr durch Mangel an frischem Futter verursacht zu werden.

8. Höhere relative Luftfeuchtigkeiten und niedere Temperaturen vermindern den Hundertsatz der Eiraupensterblichkeit.

9. In allen Kombinationen von 45—100 % relativer Luftfeuchtigkeit mit 16—28 ° C können sich die Eiraupen entwickeln.

10. Der Entwicklungsnullpunkt beträgt 7,4 ° C, die Wärmesumme 532,4 ° C (bis zur Verpuppung).

11. Die Grenze der 100 %-Mortalität der Puppen liegt bei 0—35 % relativer Luftfeuchtigkeit und einer Temperatur von 6 ° C einerseits und andererseits bei allen relativen Luftfeuchtigkeitsstufen, die mit Temperaturen von 36 ° C oder darüber kombiniert sind.

12. Die Puppen können sich in allen Kombinationen, welche zwischen 10—100 % relativer Luftfeuchtigkeit und 6—28 ° C liegen, entwickeln.

13. Die mit höheren und niederen Temperaturen kombinierten höheren und niederen relativen Luftfeuchtigkeiten wirken verkürzend auf die Lebensdauer der Motten ein.

14. Wenn man das zehnjährige Monatsmittel der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit von Ankara mit den erhaltenen Ergebnissen vergleicht, so gelangt man zu folgendem Resultat: das Klima von Ankara ermöglicht der Motte ein dauerndes schadenbringendes Auftreten (Dauerschadensgebiet). Abgesehen von anormalen, lange andauernden, hohen, bzw. niederen Werten relativer Luftfeuchtigkeit und extremen Temperaturverhältnissen ist das Klima von Ankara für die Entwicklung der Motte günstig. In allen Stadien der Mottenentwicklung kann allerdings starke Parasitierung auftreten.

Schrifttum

1. Zeller, Isis 1844, S. 198—238, 2 Taf.
2. Marchal, Bull. Soc. Etud. Vulgaris. Zool. agr. Nr. 4. 14 S., 1902.
3. Schwangart, Nat. Zeitschr. Forst-Landw. Bd. 13, S. 398—408, 1915.
4. Taschenberg, E., Prakt. Insektenkunde. Bd. 3, S. 265—272.
5. Shelford, V. E., Methods for the experimental study of the relations of Insects to weather. Jorun. Ec.
   — — The relations of abundance of parasites to weather conditions. Ebenda S. 283 bis 289.
   — — An experimental investigation of the relations of the codling moth to weather and climate. Bull. III. St. Nat. Hist. Surv. 16, S. 311—440, 1927.
   — — Laboratory and field ecology. London 1929.
6. Bodenheimer, Fr., Über die Voraussage der Generationszahl von Insekten. III. Die Bedeutung des Klimas für die landwirtschaftliche Entomologie. Zeitschr. f. ang. Entom. Bd. 12, S. 91—122, 1926.
   — — Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur. Biol. Centralbl. Bd. 48, S. 714—739, 1928.
   — — und Mitarbeiter, Epidemiologische, ökologische und physiologische Studien über die afrikanische Wanderheuschrecke, Schistocerca gregaria Forsk. Zeitschr. f. ang. Entom. Bd. 15, S. 435—537, 1929.
   — — Über die Grundlage einer allgemeinen Epidemiologie der Insektenkalamitäten. Zeitschr. f. ang. Entom. Bd. 16, S. 433—450, 1930.
   — — Die Schädlingsfauna Palästinas. Berlin 1930.
   — — Der Massenwechsel im Tierreich. Forschungen und Fortschritte Bd. 7, S. 10. Berlin 1931.
7. Zwölfer, W., Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. I. Die Kieferneule, Panolis flammea Schiff. Zeitschr. f. ang. Entom. Bd. 17, S. 475—662. 1931.
   — — Ein verbesserter Williamscher Brückenthermostat. Anz. f. Schädlingsk. 1931.
8. Bolle, J., Die Bedingungen für das Gedeihen der Seidenzucht und deren volkswirtschaftliche Bedeutung. Flugschr. d. Dtsch. Ges. f. ang. Entom. Nr. 4. Berlin 1916.
9. Escherich, K., Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten. Berlin 1913.
10. Janisch, E., Über die Grundbegriffe bei der Kausalanalyse der Insektenvermehrung. Anz. f. Schädlingsk. Heft 6, 1931.
11. Berwig, W. und Lehner, Der Eulenfraß 1923/24 und seine Folgen in der fürstlich Hohonzollernschen Oberförsterei Griesel (Neumark). Allg. Forst- u. Jagdztg. 195, S. 416—428, 1926.
    — — Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung des Schwammspinners.
12. Eckstein, K., Die Schmetterlinge Deutschlands mit besonderer Berücksichtigung der Biologie. Bd. II. Stuttgart 1915.
13. Nüßlin-Rhumbler, Forstinsektenkunde. Vierte Aufl. Berlin 1927.

13a. Judeich, J. F., und Nitsche, H., Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde. Bd. I u. II. Wien 1895.

14. Pierce, W. D., A new interpretation of the relationship of Temperatur and humidity to insect development. Journ. agr. Res. 5, S. 1183—1191, 1916.
15. Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. III, S. 15. Berlin 1931.
16. Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Bd. III, S. 307. Berlin 1925.

(Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn)

Schadbilder des Engerlings von Melolontha melolontha L. an landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen in Schleswig-Holstein

Von

H. Blunck

(Mit 23 Abbildungen und 1 Tabelle)

In der wald- und gebüschreichen ostholsteinischen Moränenlandschaft mit ihren humusreichen, vielfach in Dauerweide liegenden Lehmsandböden findet der Feldmaikäfer ungewöhnlich günstige Lebensbedingungen. Das Gebiet ist daher schon oft von verheerendem Fraß heimgesucht worden. Besonders schwere Schäden waren in den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts zu verzeichnen. Dann ging der Befall zurück und nach der Jahrhundertwende hat man von Maikäfern und Engerlingen lange nicht viel gehört. Einzelne Beobachter nehmen als Ursache des Abklingens der Plage die kalte und nasse, die Schwärmtätigkeit stark behindernde Maiwitterung des Jahres 1903 an (vgl. Schmidt 1926, S. 5—7). In Dänemark, wo die Befallskurve einen ähnlichen Verlauf wie in Holstein nahm, ist von Boas (1904, S. 12) die Vermutung ausgesprochen worden, daß unter den Larven um 1900 eine Bakteriose aufgeräumt hat. Inzwischen hat sich der Käfer aber von dem Rückschlag erholt. Eine neue Massenvermehrung hat eingesetzt. Dabei scheint eine Verwerfung der Flugjahre eingetreten zu sein. Während die Maikäfer nämlich bis 1903 vielenorts (Fehmarn, Neumünster, Rendsburg, Eckernförde) ein Jahr vor, an anderen Stellen (Lauenburg, Itzehoe, Dithmarschen, Tondern, Flensburg) ein Jahr nach dem Schaltjahr flogen, liegt der Hauptbefall jetzt in Holstein und darüber hinaus in den östlich bzw. südöstlich anschließenden Gebieten (Schmidt 1926, S. 6) 2 Jahre nach dem Schaltjahr. In Reinfeld, Neumünster, Bordesholm und Apenrade läßt sich dieser Käferstamm schon ab 1902 verfolgen. In Niendorf (Lauenburg) und Schönberg (Ratzeburg) kommt er 1906, in Plön und Flensburg 1918 auf. Ab 1922 wurde die Plage im ganzen Osten der Provinz mit Ausnahme des seit der Jahrhundertwende immer noch käferfreien Landesteils Oldenburg außerordent-

lich stark. Ebenso wie in Mecklenburg und Pommern dauerte sie seither mit eher zu- als abnehmender Intensität an. Das Jahr 1936 hat über weite Gebiete hin noch geradezu katastrophale Fraßschäden der Larven gebracht. Erst der Sommer 1940 brachte eine leichte Entlastung. Das Pflanzenschutzamt Kiel bezeichnet sowohl für landwirtschaftliche wie für gärtnerische Kulturpflanzen den angerichteten Schaden als „merklich geringer" denn 1936 (briefl. Mitteilung vom 20. Mai 1941).

Der Nutzung des Landes entsprechend entfallen die weitaus meisten Verluste auf landwirtschaftliche Kulturen. Bei der Suche nach vergleichbaren Daten fiel mir auf, daß es wenig anschauliche Schilderungen des Engerlingsfraßbildes gibt, und daß es an brauchbaren Abbildungen fast ganz fehlt. Ich habe daher in den letzten Jahren einschlägiges Material gesammelt, das hier, den befallenen Kulturen nach geordnet, mitgeteilt wird.

Mit am stärksten sind unter den landwirtschaftlich genutzten Böden in Holstein magere Dauerweiden, weniger die Äcker mit Wechselweide besiedelt. Das hängt unter anderem wohl damit zusammen, daß die Larven sich auf Dauergrünland ungestört entwickeln können, während sie in alljährlich gerührtem Boden mechanisch geschädigt und gleichzeitig dem Zugriff ihrer natürlichen Feinde aus der Vogelwelt ausgesetzt werden. Als einigermaßen widerstandsfähig gilt Raigras (Rostrup und Thomsen 1931, S. 122).

Der Besatz mit Larven ist oft erstaunlich dicht. Auf Wiesen legte Vogel (1921, S. 357) am Neckar in Stichproben 35—55 große Engerlinge je m² frei. Meyer-Bahlburg (1935, S. 745) berichtet, daß beim Schälen von Dreesch bis zu 42 Larven je m² zu zählen waren. In Holland wurde die Besiedelung von Grasland stellenweise auf 50—60 Enger-

Abb. 1. Engerlingsbefall auf Dauerweide. Der Rasen ist abgestorben und auf etwa $^1/_6$ qm abgerollt. Schmalensee, 23. August 1932 (Original)

linge je Quadratmeter geschätzt (van Poeteren 1936, S. 43). Hiltner (1908, S. 89) berichtet aus den Voralpen von 80—100 Engerlingen je Quadratmeter Wiesenfläche. Meyer-Hermann (1935, S. 1074) gibt für 1935 den durchschnittlichen Besatz auf Wiesen und Weiden in Kurhessen mit 70, auf stark verseuchten Flächen mit 90 Engerlinge je Quadratmeter an (1934, S. 616, 1937, S. 112). Nördlinger (1869, S. 134) weiß von 100 und mehr Engerlingen unter dem Rasenfilz von Wiesen zu erzählen. Und Dingler (1931, S. 477) bekam in dem heißen Sommer 1921 im Isartal gar ein Wiesenstück zu Gesicht, auf dem der Befall bis auf 250 Larven je m² ging. Mysslowsky (1900) berichtet über das Auftreten von 120 Engerlingen auf 0,4 m² total zerstörter Wiesen (Rußland, Kreis Ufim).

Abb. 2. Vom Engerling befallene Dauerweide, auf der das Vieh den abgestorbenen Rasen herausgerissen hat. Bei Schmalensee, 23. August 1932 (Original)

Schon einer Besiedelung mit 15—20 Engerlingen kann aber, wie ich mich mehrfach überzeugt habe, auf die Dauer auch der dichteste Wurzelfilz nicht standhalten. Die Grasnarbe verliert die Verbindung mit dem Boden, weil die Wurzeln von unten nach oben fortschreitend abgeweidet worden sind. Es sieht aus, als seien sie mit der Schere abgeschnitten, und zwar alle in gleicher Höhe. Dieser Eindruck kommt dadurch zustande, daß der Engerling von unten nach oben fortschreitend frißt, dabei aber, wie Kaysing (1938, „Einiges . . . .“ S. 11) sehr richtig schreibt, nur so hoch steigt, wie die Feuchtigkeitszone im Boden reicht. „Reicht zum Beispiel in Pflanzgärten während der Fraßzeit die feuchte Zone nur bis 8 cm unter der Erdoberfläche, so werden nur die darunter liegenden Wurzeln aufgefressen. . . . Steigt die Bodenfeuchtigkeit, so steigt auch der Engerling, unter Umständen unmittelbar bis zur Oberfläche, ohne aber sich der Hauttrocknung oder Oxydation preiszugeben.“ Nach Regen pflegen die Larven im Sommer selbst in ganz leichten Böden überaus flach zu liegen (s. a. Blunck 1938, S. 259), und zwar alle in fast gleicher Tiefe an der Stelle, bis zur der die Wurzeln abgeweidet sind. Ratzeburg (1837, S. 69) gibt als Durchschnittshorizont 3—4 Zoll an. Da die Pflanzen alle in gleicher Tiefe abgebissen sind, läßt sich die Grasnarbe, wie schon in alten Schriften zu lesen ist (Plieninger 1834, S. 32), oft über große Strecken hin unschwer mit der Hand wie ein Teppich abrollen. Die Larven liegen dann, wie die so gewonnene Abb. 1 veranschaulicht, frei zutage. Auch das Vieh reißt beim Fraß den Rasen mit hoch (Harder 1932,

S. 351—353, 1936, S. 1804). Auf solche Weise in einer Dauerweidennarbe entstandene Wunden sind in Abb. 2 festgehalten. Der Landwirt sieht sie sehr ungern, weil sie nur langsam verwachsen und der Ausbreitung von Unkraut Vorschub leisten. Auch das Vieh kann durch Fressen der Grasbulten Schaden nehmen. Es ist ja bekannt, daß besonders dem Pferdemagen die Aufnahme von Sand und Erde gefährlich wird. Nicht zu verwechseln sind die auf diese Weise in der Narbe entstehenden Wunden mit den meist viel kleineren und harmlosen Löchern, welche Kräben und Stare auf der Engerlingssuche in den Boden stoßen. Sie können die Narbe siebartig durchsetzen (Meyer-Hermann 1934, S. 616), haben aber meist nur wenige Zentimeter im Durchmesser und sind trichterförmig (Blunck 1939, S. 344), Abb. 3 gibt ein Beispiel.

Abb. 3. Dauerweide mit von Vögeln bei der Suche nach Engerlingen gegrabenen Löchern. Schmalensee, 23. August 1932 (Original)

Wo die Grasnarbe die Verbindung mit dem Untergrund verliert, stirbt sie über Sommer ab. 1932 sind mir im August wiederholt Weideflächen mit leichtem Boden begegnet, auf denen der Bestand fleckenweise wie verbrannt aussah. Er war gebräunt und tot. Derartige Bilder als Folge von Engerlingsfraß sind übrigens schon früher (Anon. in Stahls Mag. 1763, S. 154, Genßler 1796, S. 30, Plieninger 1868, S. 40, Ritzema-Bos 1891, S. 270, Frank 1897, S. 162) beschrieben und den meisten Landwirten geläufig. Denn die Lage ist wohl nur selten so peinlich wie im Arbeitsbezirk von Kaysing (1931, S. 7), wo die Betroffenen in den meisten Fällen den Engerlingsschaden nicht kennen und die Mißernte auf Bestellungsfehler, Mangel an Kunstdünger und ungünstiges Wetter zurückführen sollen.

Die Erträge gehen naturgemäß auch schon auf weniger katastrophal heimgesuchten Flächen scharf zurück. In Württemberg waren die Wiesen 1935 stellenweise so stark beschädigt, daß der zweite Schnitt vollkommen ausfiel (Anon. 1935, S. 1371). Meyer-Hermann (1939, S. 57) berichtet, daß in Kurhessen auch noch 1938 wieder in den waldreichen Kreisen Hofgeismar, Marburg und Hünfeld verschiedentlich die Grasnarbe restlos vernichtet wurde. Vom Engerling ständig heimgesuchte Grasländereien sinken im Werte. Ritzema-Bos (1891, S. 270) berichtet, daß bei Wageningen 1858 30 ha zerstörte Weiden nur 10—16 M Pacht

brachten gegen 200—233 M in gewöhnlichen Jahren. Und in Stahls Forstmagazin wird 1763 (S. 154) erzählt: „In dem Herzogthum Hollstein sind sie eine der größten Plagen und wird daher dergleichen Schaden nicht selten bey Pachtung der Holländereyen oder milchenden Kühe von deeren Pächtern mit deutlichen Clauseln frey gedungen werden“ (s. a. Genßler 1796, S. 29).

Über Befall bei Klee, Luzerne und Serradella finden sich Angaben bei Vibert (1832, S. 82), Mulsant (1842, S. 399, 1871, S. 272), Frank (1897, S. 259), Zimmermann (1924, S. 1100—1105), Meyer-Bahlburg (1933, S. 217) und Kaysing (1938, S. 22). Nach letzterem leiden die Grünland-Leguminosen bei der jetzigen Übervermehrung von *Melolontha melolontha* in Mecklenburg und Pommern besonders schwer. „Auf Flächen von über 200 Morgen rollte der Engerling den ganzen Klee auf. Luzerne war in kurzen Jahren der Wurzel beraubt.“ Sobald die Hauptwurzel zerstört ist, sterben die Pflanzen unter Rot- und Gelbfärbung ab. Die jungen Saaten sind am stärksten gefährdet.

Über Befall an Esparsette liegt mir eine Meldung aus Anhalt vor, wonach auf der Domäne Freckleben 1932 beim Umpflügen von 4 ha etwa 200 000 Engerlinge aufgelesen wurden (Dr. Becker, briefl. Mittlg. vom 28. Oktober 1937).

Über Schaden an Lupinen, und zwar durch „einjährige Engerlinge“, hat 1895 Ritzema-Bos (S. 344) aus Holland berichtet.

Sojabohnen haben nach Kornfeld (1935, S. 592) in Siebenbürgen zeitweilig durch Engerlinge gelitten. Der Befall erlosch aber, als die zur Bestellung mit Ölbohnen bestimmten Schläge zu Beginn der Flugzeit des Käfers festgewalzt und erst nach Beendigung des Fluges bestellt wurden. Die Weibchen mieden den gefestigten Boden (Blunck 1938, S. 30).

Sehr häufig und schon in alten Schriften wird über schweren Befall und seine Folgen bei Getreide berichtet. „Ganze Getreide-Fluren wurden vor der Zeit gelb und körnerleere Halmen blieben kaum aufrecht in der Erde stehen, da sie ihrer Wurzeln beraubt waren“, klagt 1796 Genßler (S. 29) während einer schweren Engerlingskalamität in Franken. In Schweden wurde der Fraßschaden an Getreide 1889 in Kristianstadt auf 407 000 Kronen und in Halland auf 553 623 Kronen geschätzt (Tullgren 1929, S. 429). Anteilmäßig gewiß nicht geringer sind die Schäden zur Zeit in einzelnen Gebieten der deutschen Ostseeprovinzen. Kaysing (1938, S. 22) schätzt nicht zu hoch, wenn er angibt, daß der Kornertrag in mehreren Bezirken um ein Drittel gesunken sei. Ihm selbst sind Verluste von fast 100 % begegnet.

Das Schadbild ist in extremen Fällen dadurch charakterisiert, daß die Pflanzen entweder kurz vor der Reife ähnlich wie bei Befall durch Fußkrankheiten umfallen und dann graue Lagerstellen bilden (Harder 1936, S. 1804), oder zwar stehen bleiben, aber beim Mähen infolge Verlustes

der Wurzeln aus dem Boden gezogen werden (Nördlinger 1869, S. 129, Rostrup und Thomsen 1931, S. 122, Brandrup 1932, S. 12, Kaysing 1932, S. 5, Ext 1937). Die Winterung hat, wie schon Ratzeburg (1837) und Plieninger (1868, S. 43) wußten, weniger als die Sommerung zu leiden. Mir sind vornehmlich beschädigte Roggen-, Gersten- und Haferschläge zu Gesicht gekommen.

Den Roggen nennt Ratzeburg (1837, S. 69) unter den vom Engerling gefährdeten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen an erster Stelle. Zimmermann (l. c. S. 1104) berichtet von einem 125 Morgen großen Roggenschlag, wo der eingesäte Klee infolge Engerlingsfraßes auf über 100 Morgen restlos zerstört war. Abb. 4 zeigt mehrere im August 1932 von uns in Schmalensee eingetragene Roggenpflanzen mit verschieden stark durch Engerlinge beschädigten Wurzeln. Noch radikaler war ein Roggenbestand mitgenommen, der mir im Juli 1936 zu Gesicht kam. Die Halme waren auf weite Strecken hin zu Lager gegangen und hatten die Verbindung mit dem Boden fast ganz verloren. Ein Schneiden mit der Mähmaschine oder der Sense erwies sich als unmöglich. Die Geräte rissen die Stoppeln mit aus dem Boden. Dagegen gelang der Einsatz der Grasmähmaschine. Die kurz über dem Boden anfassenden Messer schnitten wenigstens diejenigen Halme glatt ab, bei welchen die Kronenwurzeln noch erhalten waren. Zwecks Beurteilung der Ertragsminderung wurden der Wurzeln beraubte, auf schwer verseuchten Flächen stehende Pflanzen zu unbeschädigten von genähert befallfreien Stellen des gleichen Feldes stichprobenweise in Vergleich gesetzt. Das Ergebnis war unerwartet (Tabelle 1). Der Kornertrag lag mengenmäßig auf den verseuchten Flächen bezogen auf den einzelnen Halm nur um etwa 14 %, bezogen auf die Einheitsfläche nur um etwa $6^1/_2$ % unter der Leistung des Roggens auf den unbefallenen Feldteilen. Das Tausendkorngewicht der befressenen Pflanzen war mit 27,7 g sogar genähert normal und um 3,9 g höher als bei den vom Engerling verschonten Pflanzen. Dieser Befund befremdete um so mehr, als der Boden in dem im ganzen mit Klasse 3 bonitierten Schlag (lehmiger Sand) auf den befallenen Flächen entschieden humusärmer, leichter, trockener und somit weniger gut war als in den engerlingfreien Partien. Vielleicht hat dort schwacher, erst bei der Nachprüfung festgestellter Schwarzrostbefall die Leistung der Pflanzen etwas gedrückt.

Abb. 4. Wurzelfraß des Engerlings an Winterroggen. Pflanzen links stark, Pflanze rechts schwach befressen. Schmalensee, 20. August 1932, phot. 27. September 1932

Tabelle 1

Auswirkung von Engerlingsbefall bei Winterroggen, Hamdorf bei Segeberg

	Bestandsdichte in Stück je m²			Durchschnittslänge in cm		durchschnittl. Kornbesatz der Ähre	Tausendkorngewicht in g	Korngewicht in g	
	Pflanzen	Halme	Bestockungstriebe	Halme	Ähren			je 1000 Halme	je m²
gesund .	130–140	390–421	3	150–200	3–6,12–11	42	23,8	998,26	404,29
befallen .	etwa 200	450	2–3	135–185	2–5,33– 9	31	27,7	858,61	377,37

Auf jeden Fall hat der Engerlingsfraß den Ertrag nur wenig geschmälert. Die Erklärung ist wohl mit folgender Überlegung gegeben: Der Engerling stellt in Schleswig-Holstein die Fraßtätigkeit schon im Frühherbst und wahrscheinlich schon, bevor der Roggen aufläuft, ein. Im Frühjahr beginnt er erst im Mai sich wieder zu regen. Dann erst setzt der Angriff auf den inzwischen weit im Wuchs fortgeschrittenen Bestand ein. Ehe die Larve die Wurzeln ernstlich zerstört hat, hat die Pflanze ihren Aufbau im wesentlichen abgeschlossen. Es leuchtet ein, daß die Ernte unter solchen Umständen selbst dann noch befriedigend ausfallen kann, wenn der Roggen infolge Engerlingsfraßes zur Zeit des Roggenschnitts fast das ganze Wurzelwerk eingebüßt hat. Nicht statthaft wäre aber eine Verallgemeinerung dieses Falls. Es fehlt nämlich nicht an Beispielen für empfindliches Absinken der Erträge (Zimmermann 1924, S. 1104). Bei Nortorf in Schleswig-Holstein erntete ein Bauer 1932 wegen Engerlingsfraßes an Roggen an Stelle des Normalertrages von 10 (Sandboden) nur $4^1/_2$ dz/ha (Fink 1936, S. 244). Im Jahre 1902 wurde im Kreis Grätz in Posen ein Schlag von 25 ha Ende April durch Engerlingsfraß völlig vernichtet (Sorauer und Hollrung 1903, S. 30). Sieber (1930, S. 604) berichtet aus der Letzlinger Heide für 1918: „In Roggen und Hafer waren ganze Morgen abgefressen; die Roggenhalme standen in voller Höhe aufrecht da ohne jeden Körneransatz." Harder (1932, S. 351—353) erntete 1932 in einem solchen Fall auf gutem Roggenboden knapp 7 dz/ha. Beim Pflanzengesundheitsamt in Kiel liegen im besonderen auch für das Jahr 1936 Meldungen vor, wonach der Roggendrusch auf befallenen Flächen erheblich enttäuscht hat. Daß die Drescharbeiten in allen solchen Fällen empfindlich durch ungeheure Staubentwicklung erschwert werden, liegt auf der Hand.

Für Winter- und Sommerweizen hat Meyer-Bahlburg (1933, S. 217) Abgänge bis zu 16 dz/ha, also überaus schwere Verluste registriert. Schon in ihrem ersten Fraßjahr sollen die Larven totale Weißährigkeit hervorrufen und den Ertrag um 6—8 dz/ha drücken können (ders. 1931, S. 512 und 1935, S. 745). Die älteren Engerlinge bewirken

das gleiche Schadbild natürlich noch weit häufiger. Zimmermann (1924, S. 1102) kam in Mecklenburg ein Schlag zu Gesicht, auf dem der Bestand über größere Flächen hin (20 Morgen) zu 80 % vernichtet war. Die umgefallenen, platt auf dem Boden liegenden Pflanzen waren unter Hinzutritt von Schwärzepilzen ein Opfer der Nässe geworden (s. a. Sorauer und Hollrung 1903, S. 30).

Über eine vom Engerling vernichtete Wintergerste berichtet Eckstein (unveröffentlichter Bericht 1937 und 1938, S. 185). Der in Groß-Kiesow in Pommern gelegene 27½ ha große Schlag war völlig zerstört. Der Berichterstatter zählte dort im Herbst 1937 je m² 14 Jungkäfer und bis zu 24 Engerlinge. 1936 brachte die Wintergerste in Groß-Kiesow statt normal 34 dz/ha nur 16 dz/ha.

Schwerer noch als die Getreidewinterung (Meyer-Bahlburg 1928, S. 546) leidet wie gesagt im allgemeinen die Sommerung, vor allem bei Gerste. Man wird aber Rostrup und Thomsen (1931, S. 122) beipflichten müssen, daß das weniger auf besonderer Vorliebe für diese Frucht als auf dem Platz beruht, den die Gerste in der Fruchtfolge einnimmt. Aus der Ernte des Jahres 1936 ging mir eine aus Vorpommern von bestem Boden stammende „Isaria“ mit einem Tausendkorngewicht von 25,26 g, also einem Mindergewicht von etwa 30 % durch die Hände. Die Körner waren stark geschrumpft (Abb. 5), die Ähren von etwa normaler Länge, aber schmächtig (Bekörnung 12—**23**—31). Gedroschen waren 13½ dz/ha, d. h. etwa 45 % unter normal. Es fehlt nicht an Meldungen über noch höhere Verluste. So beobachtete Zimmermann (1924, S. 1103—1104) in Mecklenburg 1924 in Gerstenschlägen ausgedehnte Fraßherde, in denen die Pflanzen der Wurzeln beraubt und infolge Schwärzepilzbefalls dunkel gefärbt waren. Von einem 57 Morgen umfassenden Bestand wurden nur 54 Fuder geerntet. Das Stroh war zum großen Teil minderwertig. Der Drusch ergab ungefähr 10 % Hinterkorn. Auch 1925 haben die Verluste dort angeblich bis 50 % be-

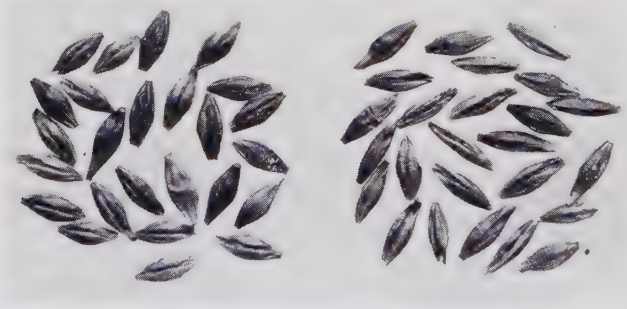


Abb. 5. Körner von Sommergerste (Ackermanns Isaria). Rechts von Pflanzen, die von Engerlingen beschädigt waren, links von unbeschädigten Pflanzen. 24. Februar 1937 (Original)

tragen (Schmidt 1927, S. 54). Im Württemberger Oberland soll die Gerstenernte 1866 zu 50% durch Engerlingsfraß zerstört gewesen sein (Schechner 1911, S. 115).

Hafer scheint nach Schechner (1911, S. 115), Zimmermann (1924, S. 1100—1105) und Meyer-Bahlburg (1928, S. 546) im allgemeinen weniger heimgesucht zu werden. Eckstein (1928, S. 185) berichtet aber, daß der Fraß 1936 auf einem Gut in Pommern den Erdrusch aus 35 Fudern von normal 175 dz auf 100 dz gedrückt hat. Und auch in Holstein sah ich im August 1932 in Schmalensee einen damals bereits abgeernteten Haferschlag, auf dem die Mähmaschine ein gut Teil der ihrer Wurzeln durch Engerlinge beraubten Haferpflanzen aus dem Boden gerissen hatte. Unter dem Rest der Stoppeln hatte die Hungerharke so weit aufgeräumt, daß man den Eindruck gewann, das Feld sei gegrubbert. Im Juli 1936 stieß ich in Segeberg auf einen Bestand, in dem die Pflanzen nesterweise selbst der Kronenwurzeln beraubt waren (vgl. Abb. 6). Die Halme staken lose im Boden. Ihre Länge lag zwar mit 0,85—1,20 m nur um 10% hinter der unbeschädigter Pflanzen, empfindlich muß aber die Kornleistung gelitten haben. Halm, Blattwerk und Rispe der wurzellosen Pflanzen waren nämlich bereits völlig abgestorben, während die Körner der gesunden Pflanzen noch in der Milch standen. Ein zahlenmäßiger Leistungsvergleich war unter diesen Umständen nicht möglich. Der unterschiedliche Befall des Hafers in den verschiedenen Engerlingsfraßgebieten des Reiches wird wohl in erster Linie mit dem Platz, den er in der Fruchtfolge hat, zusammenhängen (siehe Blunck 1938, S. 253—272).

Abb. 6. Haferwurzeln, von Engerlingen befressen. Links eine gesunde Pflanze. Segeberg, 27. Juli 1936 (Original)

Über Befall an Mais verfüge ich nicht über eigene Erfahrung. Nach Zweigelt (1914, S. 292 und 338) soll der Engerling diese Pflanze vor allen anderen Getreidearten bevorzugen.

Von Zeit zu Zeit geht durch die Presse die auf polnischen Veröffentlichungen (Tarnani 1902, Mauve 1932, S. 128 und 129, Ulatowski 1932) fußende Behauptung, daß Buchweizen gegen Befall gefeit ist, weil er für den Engerling unbekömmlich sei. Dem ist mit Recht schon wiederholt widersprochen worden. Auch der Buchweizen kann, wie Abb. 7 belegt, schwer mitgenommen werden. Der Fraß schreitet an der Wurzel in der Regel von unten nach oben fort. Ganz der Wurzeln

beraubte Pflanzen sind mir allerdings noch nicht begegnet. Selbst im extremsten Fall war Ende August, als der Bestand schon im Reifen war, der Oberteil des Wurzelwerks noch erhalten. Es liegen aber genügend Belege vor, daß auch Buchweizen völlig vernichtet werden kann. Zimmermann (1933, S. 26) berichtet aus Holstein von einem Bestand, der sich schon im Juni zu lichten begann. Die Ernte bestand darin, daß der Rest im Herbst mit der Hungerharke zusammengekehrt wurde. Weigmann, Neumünster, sah (mündliche Mitteilung 1933) einen Buchweizenschlag, der schwerer gelitten hatte als alle übrigen Äcker. Harder (1933, S. 58 und 59) sind aus Schleswig-Holstein Fälle bekannt, wo die Buchweizenschläge „bis zur Schwarzbrache durch Engerlinge vernichtet" wurden. Schwerdtfeger hat überdies neuerdings (1936, S. 75—77) hinreichend wahrscheinlich gemacht, daß die Engerlinge durch Fraß an Buchweizen nicht geschädigt werden. Trotzdem müssen die Berichte, die diese Frucht als gefeit bezeichnen, einen wahren Kern haben. Unstreitig wird bei Buchweizen seltener über Befall geklagt, als der Häufigkeit seines Anbaus entspricht. Man darf mit Zweigelt (1928, S. 364) wohl annehmen, daß dieser Umstand mit der Stellung in der Fruchtfolge zusammenhängt. Wahrscheinlich spricht auch die späte Bestellung mit. Der Buchweizen kommt in Holstein erst zwischen dem 15. und 30. Mai in den Boden. Im letzten Fraßjahr des Engerlings läuft er also oft erst auf, wenn die Larven schon zur Verpuppung rüsten. Über den Juni hinaus fressen sie in Holstein in ihrem letzten Entwicklungsjahr nicht. 1933 erlosch der Fraß in Mittelholstein sogar bereits Ende der ersten Junidekade. In anderen Fällen mögen Besonderheiten der Bodenbearbeitung und der Bodenqualität bewirken, daß der Befall gering bleibt (Hengl 1933). Vielleicht zieht der Engerling, wenn er die Wahl hat, überdies andere Pflanzen vor. Dafür spricht, daß Schwerdtfeger (1936, S. 76) in Zuchtgefäßen Kiefernwurzeln stärker als Buchweizen befressen fand.

Abb. 7. Wurzelfraß des Engerlings an Buchweizen. Rechts eine unbefressene Pflanze. Schmalensee, 20. August 1932, phot. 27. September 1932 (Original)

Überaus schwer werden in jedem Engerlingsfraßjahr die Wurzelfrüchte betroffen. Ja, die bei Rüben und Kartoffeln sich immer wiederholenden Schäden fallen unter den Verlusten wirtschaftlich wohl am schwersten ins

Gewicht (siehe auch Zweigelt 1914, S. 292, 1928, S. 364 und 365). Ein großes Gut in Vorpommern (Groß-Kiesow), das seinen jährlichen Verlust durch Engerlingsfraß zur Zeit (Eckstein 1938, S. 185 und 1938, S. 50) auf 40 000—60 000 RM beziffert, schätzt die Minderernte in der Hackfrucht auf 45% gegenüber 35% bei Getreide.

Bei Rüben können in Hauptfraßjahren über große Gebiete hin die Bestände nahezu restlos vernichtet werden. So betrugen die Abgänge im Württemberger Oberland 1866 nach Schechner (1911, S. 115) 90% (siehe auch Blomeyer 1891, S. 136). Reiset verzeichnet in seiner ausgezeichneten, viel zu wenig gewürdigten Denkschrift (1867, S. 1125), daß 1866 im Departement Seine-Inférieure „le rendement des betteraves était nul pour certaines contrées, pour les plus favorisées la moitié du produit d'une année ordinaire . . .". In seinem eigenen Betriebe sanken die Erträge von normal 400 dz/ha auf 70 dz/ha (l. c. S. 1126).

Abb. 8. Engerlingsfraß an Zuckerrübe. Nach einem Präparat von Uplegger, Groß Kiesow (Pommern). Phot. 26. November 1937

Bei Zuckerrüben (siehe Abb. 8) waren die Verluste 1936 über größere Gebiete hin sehr schwer. In Vorpommern waren Ertragsrückgänge um 30%, z. B. von 300 auf 200 dz/ha keine Seltenheit. Eckstein (1938, S. 185) berichtet aus dem gleichen Jahr, daß dort in Retzow nur 140 dz/ha geerntet wurden, so daß das Gut einen Schaden von 7000 RM zu verzeichnen hatte. In Kiesow wurden über große Flächen hin sogar nur 60 dz/ha geerntet. Der Besitzer muß jährlich $12^1/_2$—15 ha Wruken bauen, um den Ausfall zu decken. Meyer-Bahlburg (1933, S. 217) hat 1932 ein Feld mit Zuckerrüben gesehen, das hektarweise ganz kahl gefressen war. Laske (briefliche Mitteilung vom 30. November 1937) schreibt, daß in Schlesien 1935 Kahlfraß auf Rübenschlägen bis 15 ha Größe keine Seltenheit war. Sachtleben (1928, S. 19) berichtet von einem $5^1/_2$ ha großen Rübenschlag, auf dem 80% der Pflanzen, und von einem weiteren $18^3/_4$ ha haltenden Schlag, auf dem fast der ganze Bestand vernichtet war. Solche Beispiele gibt es viele. Meyer-Bahlburg (1928, S. 546) beziffert die Durchschnittsverluste für viele Güter Mecklenburgs für 1924 auf 40—60 RM/ha. In trockenen Jahren sind die Schäden weit schwerer als in nassen, weil die Rüben dann für die abgefressene Pfahlwurzel keine waagerecht laufenden Ersatzwurzeln bilden können (Meyer-Bahlburg 1928, S. 545). Auch die durch die übermäßige Entwicklung von Nebenwurzeln entstehenden beinigen Rüben, die „Sellerie-wurzelrüben" (siehe Abb. 9) (Roericht 1924, S. 1216), sind bei den Zuckerfabriken wegen der hohen Schmutzprozente begreiflicherweise nicht beliebt.

Am häufigsten bin ich in den letzten Fraßjahren bei Runkeln auf katastrophalen Befall gestoßen. Das Bild ist charakteristisch. Die Pflanzen beginnen zu welken. Beim Herausnehmen zeigt sich, daß die Pfahlwurzel, vom Schwanz ausgehend, nach oben zu abgeweidet ist (Anon. in Stahls Mag 1763, S. 152, Nördlinger 1869, S. 125, Altum 1891, S. 96). Bei jungen und schwachen Rüben geht der Fraß bis hart an den Wurzelhals heran (vgl. Abb. 10). Beim Nachgraben stößt man an der Wunde oder wenig darunter auf den Engerling. Bei größeren Rüben frißt die Larve auch bei dieser Pflanze in der Regel von unten nach oben

Abb. 9. Zuckerrübe. Beinigkeit infolge Engerlingsfraßes. Nach einem Präparat von Uplegger, Groß Kiesow (Pommern). Phot. 26. November 1937

Abb. 10. Runkeln, links gesund, rechts von Engerlingen abgebissen. Preetz, phot. 19. Juni 1932 (Original)

fortschreitend. Hat die Rübe Hühnereigröße erreicht, ehe der Engerling sie findet, so geht er sie bei feuchtem Wetter, das ihn nach oben treibt (s. S. 441), auch von der Seite her und selbst in der Nähe des Kopfes an. Er nagt dann Gruben von 1—2 cm Durchmesser in das Fleisch. In Abb. 11 ist als Mittelstück — eine Rübe mit einer solchen Fraßmulde — festgehalten. Ormerod (1885, S. 63) schreibt, daß eine $^3/_4$ erwachsene Larve innerhalb 2 Tagen sich vollständig in eine Rübe („Mangold root") einfraß und am 3. Tag das Loch unter der Rinde so weit vorgetrieben hatte, daß sie nicht mehr zu sehen war. Beachtlich ist der allerdings noch der Nachprüfung bedürfende, unlängst von Ext (1939) mitgeteilte Befund, daß die vom „Ovana"-Ring gezüchtete Futter-Zuckerrübe „Ovana" in einem stark engerlingsverseuchten, praktisch vernichteten Rübenschlag gesund und unbeschädigt blieb. Alte Wunden sind durch Vernarbung

kenntlich und nach Meyer-Bahlburg (1936, S. 425) häufig von einem rötlichen bis lilafarbenen Feld umgeben. Auch *Agrotis*- und Elateridenlarven fressen bekanntlich Höhlungen in den Rübenkörper. Die von Erdraupen bewirkten Fraßwunden können ebenfalls die Form flacher Gruben haben, sie sind aber kleiner als beim Engerling. Überdies liegen sie immer hart über der Erdoberfläche und sind dann oft kranzförmig um den Wurzelhals geordnet. Die Bohrgänge der *Agriotes*-Larven, von denen einer in Abb. 11 unter dem Wurzelhals der mittelsten Rübe sichtbar ist, haben kaum Streichholzstärke, können also mit Engerlingsfraßwunden so leicht nicht verwechselt werden. Sehr oft trifft man auf stark besiedelten Schlägen unter einer Rübe mehrere Angreifer. Unter der in Abb. 12 festgehaltenen Pflanze lagen die mitphotographierten Larven, also ein volles Dutzend. Daß einer solchen Attacke selbst die stärkste Rübe erliegt, versteht sich von selbst. Schon der Befall durch einen einzigen großen Engerling bringt selbst herangewachsenen Pflanzen den Tod, wenn der Fraß sie an kritischer Stelle trifft, d. h. zwischen dem Rübenkörper und dem dünnen Schwanzteil der Wurzel. Die Pflanze verliert damit die Verbindung mit den tieferen Bodenschichten. Die seitlich am Rübenkörper entspringenden Fadenwurzeln sind nur bei sehr feuchter Witterung in der Lage, den ganzen Wasserbedarf zu decken. So erklärt sich zwanglos, daß der Laubapparat befallener Rüben bei trockenem Wetter und Sonnen-

Abb. 11. Engerlingsfraß an Runkelrüben, rechts ein Streichholz als Maßstab. Preetz, 3. August 1932 (Original)

Abb. 12. Runkelrübe mit 12 von dieser abgesammelten Engerlingen. Preetz, 3. August 1932 (Original)

Abb. 13. Engerlingsfraß an Steckrüben, links ein Streichholz als Maßstab. Preetz, 3. August 1932 (Original)

schein welkt, sich bei Regenwetter aber bis zu einem gewissen Grade erholt. Das Bild ist also nicht unähnlich dem der durch *Heterodera schachtii* bewirkten „Rübenmüdigkeit". Zu dieser besteht noch insofern eine Parallele, als auch der Engerlingsschaden nesterweise auftreten kann, und die Nester dann peripher wachsen. Sobald nämlich der Rübenkörper, infolge der Störung des Gleichgewichts zwischen Wasseraufnahme und Wasserabgabe, ernstlich schrumpft, läßt der Engerling von der Pflanze ab und sucht frische Nahrung. Er folgt dabei feuchten Erdzonen. Über den Wechsel von Rübe zu Rübe schreibt ein Landwirt an Kaysing („Einiges zur Bodenbehandlung" 1938, S. 12) folgendes: „Der Engerling frißt in etwa 5—10 cm Tiefe die Rübenwurzel an bzw. ab, kriecht dann 20—30 cm tief senkrecht in den Boden und geht in dieser Tiefe bis zur nächsten Pflanze, erreicht diese senkrecht von unten, um wieder in 5—10 cm Tiefe zu fressen. Ich habe dies wiederholt durch Nachgrabungen festgestellt. Jedenfalls ist es mir niemals gelungen, einen Engerling in geringerer Tiefe als 20—30 cm zwischen zwei Pflanzen zu finden, aber vielfach auf seinem Wege zur nächsten Pflanze in der oben erwähnten Tiefe von 20—30 cm." Kaysing (l. c. S. 12) schreibt dazu: „Die Erklärung des Vorgangs ist in der ackermäßigen Behandlung der Zwischenschicht durch Igeln und Hacken begründet. Die Zwischenschicht ist stark aufgelockert und hat Hohlräume mit geringerer Bodenfeuchtigkeit der luftumspülten bewegten Erde."

Abb. 14. Steckrüben, die linke Pflanze absterbend infolge Befalls durch Engerlinge. Preetz, 18. Juni 1922 (Original)

Das Schadbild bei Steckrüben gleicht, wie Abb. 13 belegt, bis in die Einzelheiten dem bei Runkeln. Vielleicht sind

ältere Pflanzen etwas widerstandsfähiger. Befraß am Rübenschwanz wird der Wruke nicht so verhängnisvoll wie der Runkel, weil sie mit Hilfe der höher ansetzenden Faserwurzeln ein gut Teil der Nahrung aus den oberen Bodenschichten zieht. Überdies verhärtet der Schwanz bei der Steckrübe wohl etwas stärker als bei der Runkel, so daß sich die Larven mehr an den eigentlichen Rübenkörper halten. In Abb. 13 ist rechts eine derartig befressene, ältere Pflanze festgehalten. Auch die Steckrübe welkt bei Befall schnell und auffällig (s. Abb. 14). Und auch in bezug auf die Nesterbildung ist das Bestandsbild das gleiche wie bei der Runkel.

Abb. 15. Möhren, links gesund, rechts von Engerlingen befressen. Bornhöved, 29. Juli 1936 (Original)

Abb. 16. Petersilienwurzeln, von Engerlingen befressen. Links eine gesunde Pflanze. Bornhöved, 29. Juli 1936 (Original)

Des öfteren stieß ich auf befallene Möhren. Wie Abb. 15 belegt, wird der Rübenkörper in gleicher Weise wie bei Runkeln und Steckrüben von unten nach oben fortschreitend abgeweidet. Dementsprechend reagiert auch das Laub mit Welkeerscheinungen.

Im Juli 1936 kam mir ein Bestand befallener Petersilienwurzeln zu Gesicht. Die etwa 1 cm starke Pfahlwurzel war meist bis hart an den Wurzelhals abgeweidet (Abb. 16), so daß die Pflanzen umfielen. Das Laub war zum Teil schon total vertrocknet.

Sehr häufig wird über Befall an Kartoffeln geklagt. Ja, nach Zweigelt (1914, S. 292 und 1928, S. 361) leiden in Niederösterreich

nur die Reben noch stärker als die Kartoffeln. 1862 und 1863 erlitten 7 Gemeinden bei Ludweiler im Regierungsbezirk Trier durch Engerlingsfraß eine Einbuße von 20 000 Sack (Zürn 1899, S. 348). Im Württemberger Oberland fielen 1866 die gesamten Kartoffelbestände dem Engerling zum Opfer. Die Ernte war vollständig vernichtet (Schechner 1911, S. 115). Im Lande Stargard in Pommern sind die Erträge seit Beginn der dort zur Zeit herrschenden Engerlingskalamität nach Kaysing (1938, S. 22) um 60—80 dz, d. h. von 240 auf 160—180 dz/ha, gefallen. Eckstein (1938, S. 185) registriert zur gleichen Zeit für Klein-Kiesow in Pommern den Verlust von 40% der Ernte. Auf dem benachbarten Groß-Kiesow brachten die Kartoffeln an Stelle der im Herbst eingebrachten 250 dz im Frühjahr 1937 nur 75 dz je Miete. Und diese wurden infolge der Fraßbeschädigungen durch die teilweise noch in den Knollen sitzenden Larven beim Verkauf noch beanstandet. In Quilow im gleichen Gebiet ist nach Angabe des Administrators der Anbau von Speisekartoffeln seit Ausbruch der Engerlingsplage überhaupt nicht mehr möglich.

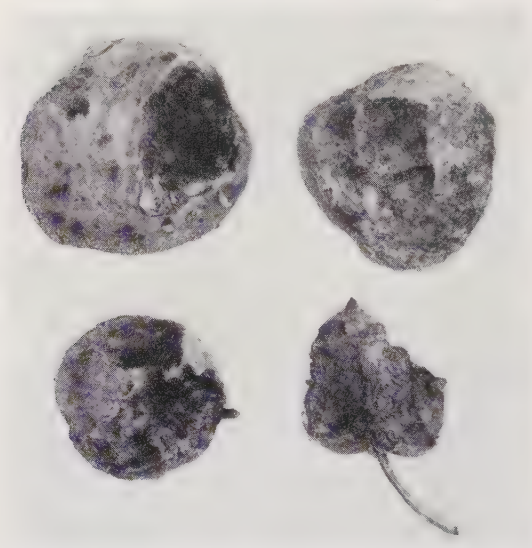


Abb. 17. Von Engerlingen befressene Kartoffelknollen. Eingetragen Schmalensee, 20. August 1932. Phot. 27. Sept. 1932 (Original)

Frank (1897, S. 225) berichtet, daß die Larven sowohl die frischgelegten Saatkartoffeln wie später die jungen Knollen annehmen. Im ersteren Fall kann das Auflaufen völlig unterbleiben. Beim Nachgraben stößt man dann auf abgebissene Wurzeln und zerfressene Keime. Ich selbst bin bislang nur auf Beschädigungen an älteren Stauden gestoßen. Das mag mit daran liegen, daß die Kartoffeln wegen ihrer weitverzweigten Faserwurzeln den Schaden nicht so früh sichtbar werden lassen wie etwa die Rüben (vgl. a. Meyer-Bahlburg 1928, S. 546 und 1936, S. 425). Den schwersten Befall sah ich im August 1932 in Schmalensee. Die massenhaft vorhandenen, $2\frac{1}{2}$ jährigen Engerlinge hatten die jungen Knollen teilweise ausgehöhlt oder ganz bzw. fast ganz verzehrt. Auch von der Schale blieb in solchen Fällen nichts übrig (vgl. dagegen Meyer-Bahlburg 1931, S. 512). Daß auch weniger befressene Knollen schwer an Marktwert einbüßen und als Speisekartoffeln überhaupt nicht verkäuflich sind, liegt auf der Hand (vgl. a. Meyer-Bahlburg 1933, S. 217).

Abb. 17 gibt verschiedene Stadien des Befraßes wieder.

Das Fraßbild älterer Engerlinge ist bei Kartoffeln so leicht nicht mit Befall durch andere Insekten zu verwechseln. Bei jungen Larven kann es an Beschädigungen durch Erdraupen erinnern. Eine Verwechselung mit Drahtwurmschaden kommt aber ebensowenig wie bei Rüben in Frage. Am meisten erinnert das Befallsbild an Feldmausschaden. Nach Ratzeburg (1837, S. 63—77) und Judeich und Nitsche (1895, S. 300) soll der Engerlings- vom Mäusefraß immer dadurch unterschieden werden können, daß die „Zähne" der Larven kleine Fetzen von den abgefressenen Teilen hängen lassen, so daß die Nageflächen unrein und faserig wirken. Nördlinger (1869, S. 125) meint aber, das einzig durchgreifende Erkennungsmerkmal seien die paarweise auftretenden Spuren der Mäusezähne an weniger befressenen Stellen. Wenn die Knollen zeitig genug verlassen werden, treiben sie, solange die Verbindung mit der Mutterpflanze noch nicht gestört ist, bei günstiger Witterung Tochterknollen aus (Abb. 18).

Abb. 18. Durchwachsen bei Kartoffelknollen nach Engerlingsfraß. Eingetragen Schmalensee, 20. August 1932, phot. 27. September 1932 (Original)

Abb. 19. Engerlingsfraßherd im Kartoffelbestand. Schmalensee, 23. August 1932 (Original)

Oft geht die Pflanze aber vollständig zugrunde, und es kommt dann zu nesterförmigen Fehlstellen, wie sie in Abb. 19 festgehalten sind.

Nicht selten wird auch über Schäden bei Erbsen geklagt. Im Württemberger Oberland wurde 1866 die gesamte Ernte vernichtet (Schechner 1911, S. 115). Auch Ritzema-Bos (1891, S. 270) verzeichnet, daß die Erbsen 1866 im Württemberger Oberlande ebenso wie die Kartoffeln vollständig, die Rüben zu 90%, die Gerste zu 50%, der Hafer zu 30% von Engerlingen zerstört wurden. Bei der jetzigen Maikäferkalamität in Norddeutschland leiden die Erbsen wieder schwer. Kaysing (1938, S. 22) berichtet aus Stargard in Pommern von einem 30 Morgen großen Erbsenschlag, dessen Bestand zu 80% vernichtet war. Der Befall ist für die Pflanze unbedingt tödlich. Das gering entwickelte Wurzelwerk ist schnell vollständig abgeweidet. Die Larve greift dann weiter zu dem im angehäufelten Boden steckenden Stengelteil (Abb. 20) und verzehrt diesen bis hart unter der Erdoberfläche. Wenn die Pflanzen nicht an Drahtgestellen oder Buschreisig gezogen sind, kippen sie dann um und liegen frei ohne Verbindung mit dem Boden auf den Beeten, wo sie schnell vertrocknen. Ich sah Beete, auf denen die Larven sogar das tote „Erbsenbuschwerk" der Rinde beraubt hatten, eine Parallele zu der Meldung von Ratzeburg (1937, S. 69), daß der Engerling auch die Stöcke, an denen die Rosen angebunden sind, benagt.

Abb. 20. Gartenerbsen, von Engerlingen befressen. Links eine gesunde Pflanze. Bornhöved, 29. Juli 1936 (Original)

Abb. 21. Krupbohnen, von Engerlingen befressen. Links eine gesunde Pflanze. Bornhöved, 29. Juli 1936 (Original)

Bei den etwas stabileren, im Stengel verholzenden Buschbohnen beschränkt sich der Befall meist auf die Wurzeln. Wenn er zu solchen Bildern wie in Abb. 21 führt, ist auch das Schicksal dieser Pflanze besiegelt. Sie stirbt, und die toten Stengel weichen schon auf leichten Zug oder Druck aus dem Boden.

Abb. 22. Erdbeerwurzeln, von Engerlingen befressen. Links eine gesunde Pflanze. Schmalensee, 28. Juli 1936 (Original)

Befall bei Ölfrüchten (Raps, Rübsen, Lein, Leindotter) und Gespinstpflanzen (Hanf, Lein) ist mir nicht zu Gesicht gekommen. Reiset (1867, S. 1135) verzeichnet aber, daß im Departement Seine-Inférieure mehrere Landwirte 1866 ihre ganzen Rapsbestände durch Engerlingsfraß verloren haben, und Schwarzlose (1938, S. 219) berichtete kürzlich aus Wiesenthal über Löwenberg, daß bei ihm der Flachs vollkommen vernichtet wurde. In einer alten Broschüre (Mayer 1786, S. 42) heißt es, daß die Larven bei Hanf die Wurzeln benagen und „daß die Doste am Hanfstengel gelb wird und wie das Kraut an den Kartoffeln verdirbt".

Auffällig ist der häufige Befall bei Erdbeeren (Zimmermann 1924, S. 1103, Brandt 1928, S. 351). Auch in Gärten, in denen im übrigen wenig von Engerlingen zu spüren war, sah ich überaus schwer mitgenommene Bestände. Vielleicht übt das kräftige, mehrjährige, nicht verholzende Wurzelwerk dieser Pflanzen auf die Larven besondere Anziehung aus. Es wird bei starkem Befall restlos abgeweidet (vgl. Abb. 22), so daß die Pflanzen schnell abwelken und dann ganz vertrocknen. Die Engerlinge wandern von der absterbenden Staude zur nächsten weiter. Durch sofortiges Aufgraben abwelkender Pflanzen und Vernichten der dabei sichtbar werdenden Larven kann dem Fortschreiten der Zerstörung bis zu einem gewissen Grade Einhalt geboten werden. Brandt (1928, S. 351) empfiehlt, die Beete im Herbst vor dem Flugjahr dick mit strohigem Mist zu bedecken. Über Winter würde der Mist durch Schnee und Regen an den Boden gepreßt und in diesen eingewaschen, wodurch das Weibchen wahrscheinlich am Belegen der Fläche verhindert würde. Stellenweise soll mit Erfolg versucht worden sein, die Engerlinge durch Zwischensaat von Kopfsalat von den Erdbeeren fernzuhalten. Die Köderwirkung von Salat ist ja schon länger bekannt (Zweigelt 1928, S. 364).

Abb. 23. Himbeertriebe, von Engerlingen der Rinde beraubt. Bornhöved, 30. Juli 1936 (Original)

In einem Fall wurde ich zur Besichtigung befallener Himbeeren gerufen. Der junge Bestand war bereits restlos vernichtet. Die Überlebenden zeigten kümmerliche Laubbildung und keine Triebkraft. Beim Aufnehmen ergab sich, daß das Wurzelwerk ganz (Abb. 23 links) oder teilweise (Abb. 23 rechts) abgeweidet war. Oft war auch der unterirdische Teil des Holzkörpers der Stöcke stark zerfressen.

Es sei schließlich noch registriert, daß der Engerling selbstverständlich auch Unkräuter nicht verschont. Für Saudisteln (*Sonchus oleraceus*) soll er sogar eine solche Vorliebe entwickeln, daß empfohlen wird (mündliche Mitteilung aus der Praxis), diese Pflanze in verseuchten Erdbeerbeständen nicht zu verfolgen, weil sie die Larven von den Kulturen abzieht. Auch die stärker verhärtende Ackerdistel (*Cirsium arvense*) wird gern angenommen. Ich stieß in Getreideschlägen auf in der Blütezeit oder später völlig verdorrte Stengel, die sich leicht aus dem Boden ziehen ließen, weil die unterirdischen Teile zerfressen und abgebissen waren.

Schrifttum

(Die mit * bezeichneten Arbeiten waren dem Verfasser nur in Form von Referaten zugänglich)

Anon., Die merkwürdige Erzeugung des Mayenkäfers. Stahls allg. oec. Forst-Magazin **2**, 149—165, 1763.

— — Maßnahmen bei Engerlingsschäden. Wochenbl. Landesbauernsch. Württemberg 102. Jahrg., 1371/1372, 1935.

Altum, B., Forstzoologie **3**, Insecten, 1. Abth. Berlin 1881.

— — 1891, 227—235, s. Feddersen.

Blomeyer, A., Die Cultur der landwirthschaftlichen Nutzflanzen **2**. Leipzig, Verlag C. F. Winter, 1891.

Blunck, H., Der Stand der Maikäferfrage. Zeitschr. Pflanzenkr. **47**, 257—277, 1937.

Blunck, H., Über die Möglichkeiten zur Verhinderung der Eiablage des Maikäfers auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Zeitschr. Pflanzenkr. **48**, 27—39, 1938.
— — Über die Möglichkeiten zur Bekämpfung der Maikäferengerlinge mittels landwirtschaftlicher Kulturmaßnahmen. Zeitschr. Pflanzenkr. **48**, 253—272, 1938.
— — Natürliche Feinde und biologische Bekämpfung der Maikäferengerlinge. Zeitschr. Pflanzenkr. **49**, 338—381, 1939.
Boas, J. E. V., Oldenborrernes Optraeden og Udbredelse i Danmark 1887—1903. Koebenhavn, 24 S., 5 Pl., 2 fig., 1904.
Brandrup, G., Die Maikäferbekämpfung des Jahres 1932 im Nußwinkel (Westhavelland). Arb. Landwirtschaftskammer Prov. Brandenburg u. Berlin H. 84, 32 S., 1932.
Brandt, Allerhand Beobachtungen über Rüsselkäfer- und Maikäferschaden. Forstl. Wochenschr. Silva 16. Jahrg., 350/351, 1928.
Dingler, M., Die Amsel als Engerlingsvertilger. Forstwiss. Centralbl. 43. Jahrg., 477/478. Berlin 1921.
Eckstein, Fr., Unveröffentlichter Bericht 1937 (im Besitze des Verfassers).
— — Die Engerlingsplage in Vorpommern. Zeitschr. Pflanzenkr. **48**, 179—199, 1938.
— — Betrachtungen zur Maikäferbekämpfung. Anzeiger f. Schädlingskunde 14. Jahrg., 49—51, 1938.
Ext, W., Praktische Erfahrungen über Abwehr und Bekämpfung des Maikäferengerlings in Schleswig-Holstein. Wochenbl. Landesbauernsch. Schleswig-Holstein Folge 8, 255—259, 1937.
Feddersen und Altum, B., Die Kiefer und der Maikäfer im Forstbezirk Marienwerder-Osche. Zeitschr. Forst- u. Jagdwesen **23**, 227—235, 1891.
Fink, H., Erfahrungen über wirksame Bekämpfung der Maikäfer und Engerlinge. Wochenbl. Landesbauernsch. Schleswig-Holstein 3. Jahrg., 244/245, 1936.
Frank, A. B., Kampfbuch gegen die Schädlinge unserer Feldfrüchte. Berlin 1897.
Genßler, Ch. J., Der Maikäfer und seine Larve ökonomisch betrachtet nebst den Mitteln ihre schädlichen Wirkungen zu mindern. Gotha 1796 (53 S.).
Harder, H., In banger Erwartung . . .! Ein mahnendes Wort zur Bekämpfung der Maikäferplage. Landw. Wochenbl. Schleswig-Holstein 82. Jahrg., 351—353, 1932.
(— —) Nochmals biologische Maikäferbekämpfung. Anzeiger f. Schädlingskunde 9. Jahrg., 58/59, 1933.
— — Kampf dem Verderb. Wochenbl. Landesbauernsch. Schleswig-Holstein 3. Jahrg., 1803/1804. 1936.
Hengl, F., Maßnahmen zur Verhinderung der Eiablage der Maikäfer. 1. Wiener Landw. Zeitg. **83**, 147/148, 1933. 2. Das Weinland 5. Jahrg., 118—120. Wien 1933.
— — Wie kann man die Eiablage der Maikäfer auf bestimmten Flächen verhindern? Die Landwirtschaft Nr. 4, 100—102. Wien 1933.
Hiltner, —, Starkes Auftreten von Engerlingen. Prakt. Blätter Pflanzenbau u. Pflanzenschutz 6. Jahrg., 89, 1908.
Judeich, J. F., und Nitsche, H., Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde. Bd. 1. Berlin 1895.
Kaysing, P., Der harmlose Maikäfer. Skizze aus Mecklenburg. 34 S. Neubrandenburg, Verlag F. Blanck, 1931.
— — Maikäferbekämpfung. Als Nachtrag 1932 zur Schrift „Der harmlose Maikäfer" von 1930. 24 S. Selbstverlag 1932.
— — Einiges zur Bodenbehandlung gegen Maikäfer und Engerling. 20 S. Schönberg (Meckl.) 1938.
— — Schädlinge der Land- und Forstwirtschaft im Lande Mecklenburg, ihre Entwicklung und naturgemäße Bekämpfung. 32 S. Schönberg (Meckl.), Verlag Lehmann und Bernhard, 1938.

Kornfeld, A., Schädigungen und Krankheiten der Ölbohne (Soja), soweit sie bisher in Europa bekannt geworden sind. Zeitschr. Pflanzenkr. **45**, 577—613, 1935.

Mauve, —, Bekämpfung des Maikäfers. Anzeiger f. Schädlingskunde 8. Jahrg., 70, 1932.

Mayer, J. F., Der Mayenkäfer als Wurm und Vogel in Gärten, auf Aeckern und Wiesen dem Landwirte höchst schädlich. Kl. 8°, 134 S. Schwabach 1786.

Meyer-Bahlburg, W., Das Engerlingsjahr 1928. Mitteilungen Deutsch. Landw.-Ges. 43. Jahrg., 544/546, 1928.

— — Die Feldverwüstungen durch den Engerling und vorbeugende Maßnahmen für das kommende Jahr. Deutsche Landw. Presse 58. Jahrg., 512, 1931.

— — Energischere Bekämpfung von Maikäfer und Engerling. Deutsche Landw. Presse 60. Jahrg., 217/218 und 228, 1933.

— — Engerlingsbekämpfung nach der Getreideernte. Mitt. Landwirtschaft 50. Jahrg., 745, 1935.

— — Engerlingsbekämpfung durch planmäßige Schälarbeit. Deutsche Landw. Presse 63. Jahrg., 425, 1936.

Meyer-Hermann, K., 75 Millionen Maikäfer! Die Erfolge des Maikäferfeldzuges 1934 in Kurhessen. Deutsche Landw. Presse 61. Jahrg., 616, 1934.

— — Bekämpft die Engerlinge! Wochenbl. Landesbauernsch. Kurhessen **39**, 1074 und 1075, 1935.

— — Tätigkeit des Pflanzenschutzamtes. Jahresber. Landw. Versuchsanstalt Landesbauernschaft Kurhessen f. d. Jahr 1938/39, 47—63, 1939.

Mulsant, E., Histoire naturelle des Coléoptères de France. Lamellicornes. 403 S. Paris u. Lyon 1842.

— — Histoire naturelle des Coléoptères de France. Tribu des Lamellicornes. Annales Société Agriculture Lyon Ser. IV, **3**, 1870, 155—480. Lyon u. Paris 1871.

*Mysslowsky, M. N., (Über einen neuen Parasiten des Maikäfers und Versuche, die Larven der Melolonthinen mit Schwefelkohlenstoff zu vernichten.) (Russisch.) Ackerbau-Ministerium St. Petersburg 1900, 8 S. Ref.: Hollrung, Jahresber. **7**, 306, 1905.

Nördlinger, —, Die kleinen Feinde der Landwirthschaft. 2. Aufl. Stuttgart 1869.

Ormerod, A., Report of observations of injurious insects. (For.) 1882. London 1883. (For.) 1884. London 1885.

Plieninger, T. W. H., Der Maikäfer als Larve und als Käfer, eine gemeinfaßliche Belehrung über seine Verwüstungen und die Mittel gegen dieselben. 84 S. Stuttgart u. Tübingen 1834.

— — Gemeinfaßliche Belehrung über die Maikäfer und ihre Verheerungen sowie die geeigneten Mittel dagegen. 2. Aufl. Stuttgart 1868.

Ratzeburg, J. Th. Chr., Die Forst-Insecten. 1. Theil: Die Käfer. Berlin 1837.

Reiset, J., Mémoire sur les dommages causés à l'agriculture par le hanneton et sa larve; mesures à prendre pour la destruction de cet insecte. Comptes rend. Acad. sciences **65**, 1125—1140, 1867.

Ritzema-Bos, J., Tierische Schädlinge und Nützlinge. Berlin 1891.

Roericht, O., Engerlingsplage. Zeitschr. Landw.-Kam. Schlesien 28. Jahrg., 1216, 1924.

Rostrup, Sofie und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Übersetzt aus dem Dänischen von Bremer, H., und Langenbuch, R. Berlin 1931.

Sachtleben, H., Versuche zur Maikäferbekämpfung mit arsenhaltigen Stäubemitteln. Arb. Biol. Reichsanstalt **15**, 19—46. Berlin 1928.

Schechner, K., Der Maikäfer, seine Lebensweise und Bekämpfung. Verhandl. d. Österr. Obstbau- und Pomologen-Gesellsch. 111—135, 1911.

Schmidt, M., Die Maikäfer in Deutschland. Arb. Biol. Reichsanstalt **14**, 1—76. Berlin 1926.

— — Das Jahr 1925 als Maikäferflugjahr in Deutschland. Mitt. Biol. Reichsanstalt Heft 32, 49—54. Berlin 1927.

Schwarzlose, G., Engerlings- bzw. Maikäferbekämpfung. Mitt. Landwirtschaft 53. Jahrg., 219, 1938.

Schwerdtfeger, F., Mohn, Senf und Buchweizen als Engerlingsbekämpfungsmittel. Forstarchiv 12. Jahrg., 69—78, 1936.

Sieber, —, Die katastrophale Maikäfer- und Engerlingsplage in der Preußischen Staatsoberförsterei Pechteich und Umgebung. Deutscher Förster 12. Jahrg., 602—604 u. 634—636, 1930.

Sorauer, — u. Hollrung, Jahresbericht des Sonderausschusses für Pflanzenschutz. Arb. Deutsch. Landwirtschafts-Ges. Heft 60, Berlin 1901. Heft 82, Berlin 1903.

Stahls Forst-Magazin 1763, 154, s. Anon.

Tarnani, J. K., (Über Parasiten der Engerlinge.) (Russisch.) Horae soc. entom. ross. **35**, LXIX—LXX, 1902.

Tullgren, A., Kulturvexterna och Djurvärlden. Stockholm 1929.

*Ulatowski, W., Die Bekämpfung des Maikäfers. Echa Leśne 9, Nr. 1, 1932. Ref.: 1. Anzeiger f. Schädlingskunde 8. Jahrg., 70, 1932. 2. R. a. E. 494, 1932.

(Vibert, —), Über den Engerling, seine Verheerungen und die Notwendigkeit seiner Vertilgung. (Auszug aus: Universalblatt für die gesamte Land- und Hauswirtschaft 1832, Bd 2, S. 209 ff.) Correspondenzblatt Kgl. Würtemb. Ldw. Verein. 1832, **2**, 71—93.

Vogel, R., Über eine Engerlingskalamität und einige Feinde des Engerlings. Forstl. Wochenschr. Silva Heft 50, 357—361. Tübingen 1921.

Zimmermann, A., Biologische Engerlingsbekämpfung. Anzeiger f. Schädlingskunde 9. Jahrg., 26/27, 1933.

Zimmermann, H., Engerlingsschäden in Mecklenburg 1924. Meckl. Landw. Wochenschr. 8. Jahrg., 1100—1105, 1924.

Zürn, E. S., Maikäfer und Engerlinge. Fühling's Landw. Zeitung 48. Jahrg., 346—350, 1899.

Zweigelt, F., Die Existenzbedingungen des Maikäfers. Allgem. Weinzeitung 31. Jahrg., 275/276 u. 290—292. Wien 1914.

— — Die Maikäfer in der Bukowina und die äußeren Bedingungen für ihre Verbreitung in Mitteleuropa. Naturwiss. Zeitschr. Forst- und Landwirtschaft 12. Jahrg., 265 bis 291 u. 329—344, 1914.

— — Der Maikäfer. Studien zur Biologie und zum Vorkommen im südlichen Mitteleuropa. Monogr. angew. Entom. Nr. 9, 453 S. Berlin 1928.

Die eigentlichen Gefahren der San José-Schildlaus in der Ostmark

Von

L. Fulmek, Wien

Die Literatur über die San José-Schildlaus seit ihrem ersten Auftreten als bedrohlicher Obstbaufeind in Kalifornien (vor etwa 70 Jahren) ist in deutscher und fremdsprachiger Zunge zu einem nicht leicht überblickbaren Umfang gediehen; hierzu kommt noch eine zweite Schriftenwelle neuesten Datums, veranlaßt durch die Festsetzung und Ausbreitung der San José-Schildlaus in Europa in den jüngst abgelaufenen Dezennien. Demgegenüber müßten die vorliegenden wenigen Zeilen, die neuerdings auf die besonderen Gefahren der San José-Schildlaus in der Ostmark in aller Kürze hinweisen, als völlig belanglos erscheinen, wenn nicht der Schreiber auf Grund seiner nunmehr 10jährigen Erfahrungen sich hierüber zu äußern verpflichtet erachtete. Dies in der Meinung, daß die eigentlichen Gefahren dieses neuen Eindringlings aus Übersee in Europa, der nach der Sachlage als bereits eingebürgert zu betrachten ist, für den heimischen Obstbau in der Ostmark, gegenüber unseren heimischen Obstbaumschildläusen, in knapper Übersichtlichkeit noch immer nicht eindringlich genug herausgestellt worden sind.

Das augenfälligste Merkmal des San José-Schildlausbefalles ist die Rotfleckenbildung auf Früchten (Äpfel und Birnen) und auf der glatten Rinde jüngerer Obstbäume und Baumteile, nicht selten sogar auch auf den grünen Blättern, infolge starker Verlausung. Diese Anthocyanbildung, als Reaktion der Pflanze, spricht für die besondere Giftwirkung des Lausstiches und tritt bei unseren einheimischen verwandten Schildlausarten (gelbe und rote austernförmige Schildlaus) nur höchst selten sowie ausnahmsweise nur unter besonderen Standortsverhältnissen in Erscheinung. In der Rinde, als dem normalen Sitz der Verlausung, erweist sich die Rotfleckenbildung mit besonders nachteiligen Folgen für das Wachstum des Baumes. Schneidet man die Rinde mit dem Messer oberflächlich an, oder löst man sie vom darunterliegenden Holzkörper, so ist die Innenschicht (Kambium) nester- oder streifenweise, tief blaurot verfärbt, ja bei flachen Schabeschnitten ist mitunter sogar eine 2—3 schichtige Lagerung der Rotfleckung übereinander zu beobachten. (Das mikroskopische Bild zeigt

ein dichtes Geflecht der im Pflanzengewebe kreuz und quer verlaufenden langen Saugborsten der Schildläuse.) Da diese Anthocyanbildung in der Rinde nicht mehr umkehrbar (ausheilbar) ist, kommt es nachträglich zu Braunverfärbungen und Absterbeerscheinungen der befallenen Gewebsteile, wodurch die Kümmerungserscheinungen im Wachstum verlauster Bäume (Vertrocknen und Rissigwerden der Rinde, gesteigerte Empfindlichkeit für Frost und gegen die als Winterspritzmittel gebräuchlichen Ölemulsionen, auffallend verspäteter und kümmerlicher Austrieb im Frühjahr usw.) hinlänglich erklärt sind.

Bei übermäßig starker, krustenförmiger Verlausung ist die Beschädigung des befallenen Baumes in der Regel so weit vorgeschritten, daß, selbst wenn eine restlose Vernichtung der Schildläuse am Baum durch Anwendung bewährter Bekämpfungsmittel (Winterbespritzung mit Mineralöl- oder Teerölemulsionen) noch erzielt werden könnte, dessenungeachtet eine Wiederherstellung des derart geschädigten Baumes nicht mehr möglich ist. Seine Entfernung und Vernichtung (durch Feuer) bis spätestens Anfang Mai (noch vor dem Auslauf der Junglarven um Ende Mai bis anfangs Juni) ist unerläßlich, um einer Ansteckung der Nachbargehölze durch die freibeweglichen Junglarven über Sommer bis in den Spätherbst zuvorzukommen. Es hat sich ferner erwiesen, daß bereits unter starker Verlausung stehende Obstbäume allzu drastischen Säuberungsmaßnahmen (wie insbesonders allzu starkes Einstümmeln der Äste und Abkratzen der Rinde mit nachfolgender Winterbespritzung) nicht mehr den normalen Widerstand eines gesunden Baumes entgegenzusetzen vermögen.

Neben dem überaus schädlichen Einfluß auf die Obstgehölze darf als zweites Gefahrenmoment die starke und rasche Vermehrungsfähigkeit der San José-Schildlaus unter den ihr zusagenden klimatischen Bedingungen nicht außer acht gelassen werden, worin sie unseren einheimischen Obstschildläusen zweifellos weit überlegen ist.

Die hohen Nachkommenschaftszahlen je Weibchen, wie solche aus Kalifornien angegeben worden sind, werden in der Ostmark zwar nicht halb erreicht, jedoch erzielt die San José-Schildlaus im Jahresverlauf durchweg mindestens zwei Generationen (im Gegensatz zu den einbrütigen einheimischen Obstbaumschildläusen) und kann in klimatisch besonders günstigen Jahren und Lagen gelegentlich noch eine dritte Generation, zum mindesten ansatzweise, durchbringen.

Die Ostmark stellt klimatisch offensichtlich ein Grenzgebiet für die Schadensbedeutung der San José-Schildlaus dar, insofern nämlich lediglich die durch den Weinbau gekennzeichneten Gebietsteile als die wärmeren und tieferen Lagen im Osten und Südosten für die eigentlichen Schadgebiete angesehen werden müssen. Das Bergland der Alpen und die Waldgebiete im Westen kommen für Verbreitung und Schädlichkeit der San José-Schildlaus erwiesenermaßen nicht in Frage, da dort vereinzelte Fälle gelegentlicher Einschleppung weder an Ausbreitung gewannen, noch die

gefürchtete Schadensbedeutung erreichten, sondern restlos wieder ausgetilgt werden konnten.

Für das örtliche Umsichgreifen im Schadgebiete spielen Lausvermehrung und Ansteckung eine entscheidende Rolle. Bei genauerem Zusehen ist bemerkenswert, daß die schwersten Lausschäden vorläufig auf jene Standorte beschränkt sind, wo dem Ertragsobstbau eine nur untergeordnete Bedeutung zukommt und daß die hartnäckigste Verlausung und Ansteckung mit der dichten Engpflanzung in den Klein- und Siedlergärten im Stadtrandgebiet in Verbindung steht. Hier ist vor allem der Johannisbeerbusch (Ribisel) der gefährlichste Lausträger; Kernobst (Apfel und Birne) erweist sich gleichermaßen als stark anfällig, während das Steinobst viel weniger arg verlaust angetroffen wird — darunter Pfirsich noch am stärksten, die Aprikose (Marille) hingegen selten.

Was die weitere geographische Verbreitung der Obstbaumschildläuse anbelangt, ist die Kommalaus (*Lepidosaphes ulmi* L.) klimatisch am unempfindlichsten und dringt in die rauhesten Lagen vor; daran reihen sich die gelbe austernförmige Schildlaus (*Aspidiotus ostreiformis* Curt.) und die gelbe Birnschildlaus (*Aspidiotus piri* Licht.), von denen letztere in unserem Gebiete vorherrschend verbreitet ist; am meisten wärmebedürftig erscheinen die rote austernförmige Schildlaus (*Epidiaspis leperii* Sign.) und die San José-Schildlaus (*Aspidiotus perniciosus* Comst.), welche im Gebiete auch gemeinsam anzutreffen sind und von denen die erstere als eine entschieden südlichere und zugleich auch als die schädlichste unserer einheimischen Obstbaumschildlausarten anzusprechen ist.

Das dritte speziell für die Abwehr der San José-Schildlaus nicht zu unterschätzende Gefahrenmoment bergen die weitgehende Unscheinbarkeit dieses Schadeninsektes, seine leichte Verwechslungsmöglichkeit mit den verwandten einheimischen Schildlausarten (namentlich mit der gelben austernförmigen Schildlaus) und schließlich noch ihre leichte Verschleppungsmöglichkeit infolge des Umstandes, daß neben den verschiedenen Obstgehölzen noch zahlreiche andere sogenannte „laubabwerfende", d. h. winterkahle Bäume und Sträucher vor allem aus der Familie der Rosengewächse (*Rosaceae*) zumindestens als zeitweilige Zwischenträger für die Lebenserhaltung der Laus in Betracht kommen.

Es ist für den Aufklärungsdienst besonders schwierig, die Obstbauinteressenten von der Gefährlichkeit des Schädlings zu überzeugen, der bei seiner unscheinbaren Kleinheit sehr leicht der Beachtung entgeht und überdies (abgesehen von seinen freilaufenden Junglarven) den Eindruck eines beweglichen Lebewesens, unter dem leblosen Schilddeckel verborgen, nicht vermittelt. — Die Verwechslungsmöglichkeit mit den einheimischen Schildlausarten dürfte speziell in Fällen starker Verlausung, nach eingehender Schulung, insbesondere mit Hilfe einer etwa 10fach vergrößernden Lupe, nicht oft gegeben sein, kommt aber vor allem bei nur geringem und vereinzeltem Anfangsbefall oft in Frage und kann im Hinblick auf eine

gewisse Variabilität der makroskopischen Merkmale in Zweifelsfällen allein durch die mikroskopische Untersuchung des Hinterleibsrandes am erwachsenen Weibchen mit Sicherheit ausgeschaltet werden. — Für die Verschleppungsmöglichkeiten in den Obstkulturen kommt das verlauste Obst selbst (obschon hier die Schildläuse sich bis in den Winter hinein lebend erhalten und auch noch Jungläuse absetzen können) erfahrungsgemäß nur zum geringsten Teil in Betracht. Die Hauptgefahr liegt in verlauster Baumschulware (Obstbäumchen, Reiser u. dgl.), welche von den Abnehmern unmittelbar zu Kulturzwecken weiter verwendet werden. Es ist selbstverständlich, daß die obligate Baumschulüberwachung dem Vorkommen der San José-Schildlaus das intensivste Augenmerk zuzuwenden hat und im Falle der Feststellung die schärfsten Maßnahmen hierfür gerechtfertigt und im Verordnungswege auch vorgesehen sind. Die Pflanzenverkehrskontrolle sieht in der Blausäuredesinfektion die wirksamste Maßnahme zur Entseuchung des in den Handel gelangenden Pflanzmaterials.

Zur erfolgreichen Bekämpfung der San José-Schildaus haben sich die Mineralöl- und Teerölemulsionen in bestimmt vorgeschriebenen Konzentrationen besser als die in *USA.* seinerzeit übliche Schwefelkalkbrühe bewährt. Da aber selbst mit diesen als bewährt anerkannten Präparaten in der Praxis und bei großzügigen Bekämpfungsaktionen im Kampfe gegen die Obstbaumschildläuse im allgemeinen ein tatsächlich 100 prozent. Erfolg schwerlich zu erreichen ist, muß darnach getrachtet werden, durch entsprechende Aufklärung und durch regelmäßig wiederholte Winterbekämpfung die San José-Schildlaus auf einem belanglosen Mindestmaß niederzuhalten. In den Hauptschadgebieten wird allein fallweise Erneuerung des Obstbaues in Verbindung mit der intensivsten Schädlingsbekämpfung zum Ziele führen.

Im Hinblick auf die auch aus anderen Ländern Europas vorliegenden Meldungen wird die San José-Schildlaus als jüngster Neuzuwachs (ähnlich wie seinerzeit die Blutlaus und die Reblaus) aus unserem Faunengebiet nicht mehr wegzudenken sein. — Der Pflanzenschutz hat dazu beizutragen, den heimischen Obstbau auch unter den gegebenen Verhältnissen auf seiner Produktionshöhe zu erhalten.

Beobachtungen über „Kornmotten“

Von

Oberregierungsrat i. R. **Dr. Friedrich Zacher,** Berlin-Steglitz

Mit 8 Abbildungen

Linnés Beschreibung der Kornmotte, *Tinea granella*, im Systema Naturae, Bd. X, 1758, S. 537, lautet:

„Granella. Tinea alis albo nigroque reticulatis, capite albo. Habitat in Frumentorum granariis, semina rodens conglomerans, hyeme parietes adscendens.“

Damit hat der Begründer der entomologischen Systematik eine zwar knappe, aber klare Darstellung der Art nach ihren morphologischen und physiologischen Kennzeichen gegeben. Und doch wissen wir heute nicht, welche der von der neuzeitlichen Systematik unterschiedenen, miteinander nahe verwandten Tinea-Arten, die in Getreidespeichern leben, eigentlich von Linné beobachtet und beschrieben wurde. Denn die moderne Systematik bedient sich ja zur Trennung der äußerlich in ihren Färbungsmerkmalen sehr ähnlichen und auch sehr variablen Arten in vielen Fällen mit gutem Erfolg der äußeren Geschlechtsorgane, die im mikroskopischen Bild außerordentlich charakteristische und auch sehr konstante Merkmale bieten. Das konnte Linné natürlich zu seiner Zeit noch nicht berücksichtigen.

Die von Hübner zuerst als eigene Art abgetrennte *Tinea cloacella*, die gleichfalls in Getreidelagern auftritt, ist wenigstens in den meisten Fällen durch ein Färbungsmerkmal gut unterscheidbar: Ihre Kopfbehaarung ist nicht weiß, sondern rostgelb und weicht darin also schon von der Linnéschen Definition ab. Außerdem ist auch das Zeichnungsmuster der Vorderflügel etwas anders. Die Grundfarbe ist weniger weiß als hellbraun, gemischt mit weißen und dunkler braunen Flecken und Punkten. Trotzdem war die Frage, ob *cloacella* eine besondere gute Art oder nur eine Varietät von *granella* sei, lange strittig. Steudel und Hoffmann (1882), Sorhagen (1886), Disqué (1908), Weiss (1919) betrachten sie als Art, andere wie Rössler (1880/81) nur als Varietät. Klarheit in diese Frage brachten erst Untersuchungen von Stellwaag (1924), der auf Grund der männlichen Genitalorgane eine sichere Trennung ermöglichte.

Inzwischen hat die Zahl der Arten, die der *T. granella* nahestehen und sehr ähnlich gefärbt sind, sich noch weiter vermehrt. Pierce und Metcalfe (1934/35) unterscheiden außer den beiden bereits genannten Arten noch *T. ruricolella* und *personella*. Über die Unterscheidung durch Färbungsmerkmale geben sie folgendes an: Bei *granella* und *personella* ist der dunkle Fleck an der Basis der Costa quer über den Flügel verlängert bis zur Falte, bei *granella* die Grundfarbe weißlich-braun, die Fleckung dunkelbraun, bei *personella* die Grundfarbe rein weiß, die Flecken schokoladenfarben. Die zweite Färbungsgruppe bilden die beiden anderen Arten, bei denen der Fleck an der Basis der Costa nicht soweit in das Innere der Flügel hinein reicht. Sie unterscheiden sich durch den dunklen Fleck in der Mitte der Costa, der bei *cloacella* durch einen horizontalen Strich abgestumpft, bei *ruricolella* etwa dreieckig zugespitzt ist. Diese Färbungsmerkmale sind nicht sehr deutlich und nur bei größerer Übung und an einem größeren Material feststellbar. Die Bestimmung von Einzelstücken wird danach immer schwierig und unsicher bleiben. Dagegen ist die Trennung der Arten durch das mikroskopische Bild der Genitalorgane ohne weiteres möglich, und ich kann in dieser Hinsicht die Befunde von Pierce und Metcalfe auf Grund meiner Untersuchungen durchaus bestätigen. Auf dieser Grundlage habe ich 1938 noch eine weitere Art aufgestellt, die Roggenmotte, *Tinea secalella* Zacher, die nach meinen Beobachtungen bei uns die häufigste auf Getreideböden auftretende *Tinea*-Art ist und bisher stets mit der Kornmotte verwechselt wurde. Da uns hier zunächst nur die im Getreide auftretenden Arten interessieren, will ich in der Folge auf *T. ruricolella*, die bisher in Getreide noch nicht beobachtet wurde, nicht weiter eingehen.

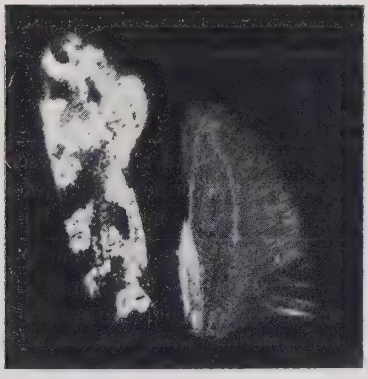


Abb. 1. Vorder- und Hinterflügel der Roggenmotte, *Tinea secalella* Zacher

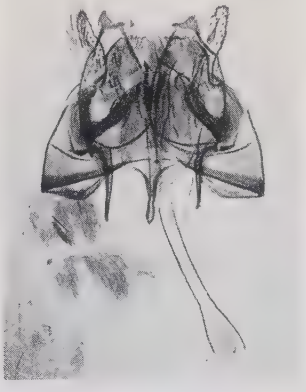


Abb. 2. *Tinea granella* L., männliches Kopulationsorgan. Man sieht deutlich den geraden Hinterrand des Uncus, sowie die Valven, deren kaudales Ende hier außen einen Zahn bildet. Meist ist es quer abgestutzt

Die Merkmale der männlichen Geschlechtsorgane, die zur Unterscheidung der Arten dienen, sind im wesentlichen die folgenden:

	granella	*cloacella*	*personella*	*secalella*
Uncus	Kaudal gerade abgestutzt	Kaudal gerundet mit 2 kleinen polsterartigen Vorwölbungen	Kaudal tief dreieckig angeschnitten, zweispitzig	Kaudal tief dreieckig angeschnitten, zweispitzig
Gnathos	innerer Arm keulenförmig verbreitert, ungezähnt	innerer Arm scharf zugespitzt, ungezähnt	innerer Arm verbreitert, am Ende gezähnt	innerer Arm verbreitert, am Ende gezähnt
Valven	an der Spitze stumpf abgestutzt, höchstens kurz zahnförmige Zuspitzung an einer oder beiden Seiten	endet mit lappenförmig gerundetem Zipfel	mit langer, scharfer, nach außen gekrümmter Spitze	wie *personella*, aber mit nach innen gekrümmter Spitze
Aedeagus	an der Spitze mit „Bart“	einfach		

Die weiblichen Genitalien bieten gleichfalls gute Merkmale für die Unterscheidung der Arten, wenn sie auch nicht so auffällig sind, wie die Unterschiede des männlichen Kopulationsapparates. Die Unterschiede sind von Pierce und Metcalfe und noch eingehender von Diakonoff (1937) dargestellt worden. Auch diese Ergebnisse kann ich auf Grund meiner Befunde bestätigen. Kurz gefaßt sind die hauptsächlichen Unterschiede der weiblichen Genitalien folgende:

	granella	*cloacella*	*secalella* und *personella*
Ventralseite des 8. Segments	mit Transversalfalten	mit warzenförmigen Tuberkeln	glatt
Ostium	breit kräftig chitinisiert, Rand buchtig gebogen	klein, becherförmig, zart, mit feinen, rückwärtsgerichteten Dornen	in der Mitte eingeschnürt, brillenförmig, jederseits mit langer Borste
Ductus bursae	dünnwandig, ziemlich kurz, längere Schuppenzone, mündet geradlinig in die Bursa	zartwandig, mit Querfalten in der basalen Hälfte, längere Schuppenzone, mündet geradlinig in die Bursa	zartwandig mit Querfalten in der oralen Hälfte, lang, kurze Schuppenzone, bildet vor Eintritt in die Bursa ringförmige Schleife

Man sieht aus dieser Zusammenstellung, daß *personella* und *secalella* sich sehr nahe stehen. Sie sind nur im männlichen Geschlecht sicher zu unterscheiden, während die weiblichen Genitalien weitgehend über-

einstimmen. In der Verbreitung dieser Arten scheint aber doch ein Unterschied zu bestehen. *Personella* ist bisher in der Hauptsache aus Nordwesteuropa bekannt (England, Holland), *secalella* aus Mittel- und Osteuropa (Deutschland, Schweden, Finnland, Rußland). Es ist also noch zu entscheiden, ob es sich um gute Arten oder vielleicht um Rassen oder geographische Subspezies handelt. Ich habe aus Deutschland bisher *personella* noch nicht erhalten, wohl aber Hering aus Berlin-Dahlem. Mathlein teilte mir brieflich mit, daß er in Schweden Variationen hinsichtlich der Richtung der „Hörner“ an den Valven von *secalella* beobachtet hat. Die Artfrage *personella-secalella* muß also an der Hand reichlicheren Materiales aus verschiedenen Gegenden geklärt werden.

Abb. 3. *Tinea secalella* Zacher, männliches Kopulationsorgan. Der tiefe Einschnitt im Hinterrand des Uncus ist gut zu sehen

Welche Art hat nun Linné bei seiner Beschreibung vorgelegen? Mit Sicherheit könnte das nur die Untersuchung seiner Type ergeben. Das Material, das ich aus Schweden von Mathlein erhalten habe, gehört restlos zu *secalella*. Mathlein schreibt mir dazu: „Vielleicht ist es anzunehmen, daß diejenigen Kornmotten, auf die Linné seine Beschreibung von *Tinea granella* begründete, derselben Art angehören, wie die, welche jetzt nach meinen bisherigen Untersuchungen in Schweden die Vorherrschende ist, die aber bezüglich der männlichen Genitalien nicht mit der neuzeitlichen *T. granella* übereinstimmt.“ Das ist möglich und nicht unwahrscheinlich, aber es ist doch auch möglich, daß *T. granella* in Schweden an Getreide vorkommt, da ich sie auch aus Finnland erhalten habe. Ich möchte deshalb die augenblickliche Namengebung

Abb. 4. *Tinea secalella* Zacher, linke Valve mit nach innen gekrümmtem Horn

Abb. 5. *Tinea personella* Pierce, linke Valve mit nach außen gekrümmtem Horn

nicht antasten, um nicht eine neue Verwirrung der Begriffe hervorzurufen.

In der Verbreitung unterscheiden sich *T. granella*, *secalella* und *personella* (obwohl bisher nur wenige gesicherte Grundlagen für deren Beurteilung vorliegen) anscheinend so, daß *granella* nach Süden an Häufigkeit zu-, die *secalella-personella*-Gruppe dagegen abnimmt und in Südeuropa möglicherweise überhaupt nur *granella* vorkommt.

Alle älteren Angaben über Fundorte, Nahrungssubstrate der Raupen und die Entwicklungs- und Flugzeiten sind unsicher, da sie sich nicht auf eine der heute getrennten Arten beziehen lassen. Ich will deshalb die von mir und anderen sicher ermittelten Daten hier aufführen:

T. granella L. England, London, Regents Park, in Polyporus squamosus (Pierce und Metcalfe).

Holland, Oosterbeck, 3. Mai bis 16. Mai 1908, Rotterdam, 9. Mai 1895, 28. Februar 1898, 5. März 1900, Ede, Gelderland, 14. Mai 1923 (Zoologisches Museum Amsterdam, det. Diakonoff, mitgeteilt von Corporal).

Finnland, Kiukainen, Satakunta (Material von Vappula).

Litauen, Wilna, 1. Juni 1932, 11. Juni 1932, Mühle (Material von Prüfer).

Polen, Lida, 13. Juni 1932, Mühle (Material von Prüfer).

Rußland, Sotzki, Küste des Schwarzen Meeres, 1935, Mühle, Leningrad, 1937, in getrockneten Früchten (briefliche Mitteilung von Gerasimov).

Deutschland, Berlin, 28. Mai 1932, Weinkeller, Berlin-Dahlem, 18. September 1932, Speicher, Berlin-Dahlem, 2. März 1939, an getrockneten Pilzen, Berlin-Steglitz, 10. Oktober 1938, an trocknen Brötchen, Berlin-Britz, 8. Mai 1941, an Mutterkorn, Wilhelmshorst bei Michendorf (Mark), 5. Mai 1940, im Haus, Bremen, 14. Juni 1938, Speicher, an Erbsen, Tabarz, 16. Mai 1938, Waldsamenhandlung, an Früchten von Prunus Padus, Risa, 23. August 1933, Speicher, an deutschem Weizen, Bamberg, 23. August 1932, Getreidespeicher, Weinheim (Baden), 16. April 1940, Nährmittelfabrik.

Italien, Bozen, August 1938, Mühle (Material von Candura).

T. personella. England, London, aus Polyporus squamosus (Pierce und Metcalfe).

Holland, Noordbroek, 18. Juli 1898, Leeuwarden, 23. Juni, 25. Juni, 29. August, Rotterdam, 10. April 1897, Amsterdam, 19. Mai 1862, 7. September 1865, 24. Juni 1866, 24.—26. Juni 1935, aus Polyporus, Baarn, 8. Juni 1874, Haarlem, 19. Mai 1863.

Deutschland, Berlin-Dahlem, 25. März 1896, aus Getreide (Hering).

T. secalella. Schweden, Vretakloster, Östergotland, 21. August 1939, an Roggen, Stjärnhov, Juni 1939, an Erbsen und Weizen, Ljung,

Vestergotland, 27. August 1939, an Roggen, Svalöf, Skåne, 5. September 1939, an Mais.

Finnland, Askola, Nylandia, 22. Juni 1937, Getreidespeicher, Landkreis Helsinki, 28. Juni 1939, Getreidespeicher, Paattinen (Material von Vappula).

Rußland, Poltawa, 1937, in trockner Kermes Roboris an Eiche (briefliche Mitteilung von Gerasimov).

Litauen, Wilna, 1. Juni 1932, in Mühle.

Deutschland, Braunsberg (Ostpreußen), 23. August bis 8. September 1938, an Roggen, Berlin-Steglitz, 28.—31. August 1938, an Roggen, Berlin-Dahlem, September 1938, an getrockneten Pilzen, Januar 1939, an getrockneten Steinpilzen, Pasewalk, 17. September 1940, an Roggen, Erfurt, 19. September 1938, an Roggen.

Wie schon Stellwaag hervorhebt, sind die Fraßsubstrate für die Raupen der einzelnen Arten nicht wesentlich verschieden. Entscheidend ist wahrscheinlich in erster Linie ihr Feuchtigkeitsgehalt. *T. cloacella* befällt feuchte, *granella* liebt trockene Nahrung. *Cloacella* findet sich deshalb auch nur an sehr feuchtem Getreide, während *granella* und *secalella* mit normaltrocknem Getreide auskommen. Wir haben beide Arten in Glasgefäßen mit trockenem Weizen und Roggen jahrelang erfolgreich gezüchtet. Allerdings haben wir kleine, auf dem Getreide liegende Torfstücke von Zeit zu Zeit etwas mit Wasser angefeuchtet. *Secalella* hielt sich etwas besser als *granella:* es scheinen bei dieser Art die Feuchtigkeitsansprüche am geringsten zu sein.

Die Roggenmotte wurde unter natürlichen Bedingungen in Deutschland bisher nur an Roggen und getrockneten Pilzen gefunden. Im Laboratorium gedieh sie auch bei Fütterung mit Haferflocken und (wenn auch recht schlecht) in Grünkernmehl. Dagegen war eine Aufzucht mit Weizenkeimen allein nicht möglich. Die jungen Raupen fressen diese zwar, für die älteren Stadien scheint aber der Stärkegehalt des Mehlkörpers für das weitere Wachstum unentbehrlich zu sein.

Über die Anzahl der von einem Weibchen abgelegten Eier besitze ich für die Kornmotte nur eine Aufzeichnung: Ein Weibchen legte an 3 Tagen 18, 112, 30 Eier, zusammen 160. Weibchen der Roggenmotte legten 83 bis 150 Eier. Die Eier werden meist an das Substrat angeklebt, nur selten als Rolleier lose abgelegt. Die Eiform und die Schalenstruktur ist bei beiden Arten deutlich verschieden. Die Eier von *secalella* sind oval mit einer Länge von 0,38—0,4 und einer Breite 0,23—0,25 mm, dagegen sind die Eier von *granella* mehr rundlich mit einer Länge von 0,27—0,29 und einer Breite von 0,21—0,25 mm. Die Eischale zeigt Leisten, die unregelmäßige polygonale Felder bilden. Am vorderen Eipol bilden die Leisten Schleifen, die um die Micropyle rosettenartig angeordnet

sind. Nach hinten werden die Leisten schwächer und verschwinden auf der hinteren Hälfte völlig, so daß diese glatt erscheint. Bei *granella* sind die Felder mehr in der Richtung der Längsachse gestreckt und reichen weiter nach hinten, so daß nur das letzte Viertel der Schale glatt ist.

Die Inkubationsdauer beträgt bei *secalella* 5 bis 13 Tage und zwar bei 18,7—19,9° 12—13, bei 25,9° 5 bis 6 Tage. Bei *granella* war die Inkubationsdauer, 12—15 Tage, und zwar bei 17—18,3° 12—13 Tage. Die Eiraupen haben bei *secallela* eine Länge von 0,9—1,9 mm. Erwachsene Raupen messen 6—11 mm. Die Puppen der beiden Arten haben große Ähnlichkeit mit der von Titschack (1922) beschriebenen Puppe von *Tineola biselliella*. Wie diese haben sie auf dem 4. bis. 9. Abdominalsegment dorsale Kämme von starken, rückwärts gerichteten Chitinstacheln. Jedoch ist auf jedem Segment nicht nur im vorderen Teil ein Kamm vorhanden, sondern noch ein zweiter in der Nähe des Hinterrandes. An jeder Seite des 10. Segmentes ist wie bei *Tinea pellionella* und *flavescentella* und *Tineola bisselliella* ein starker seitwärts gerichteter Chitinkegel vorhanden.

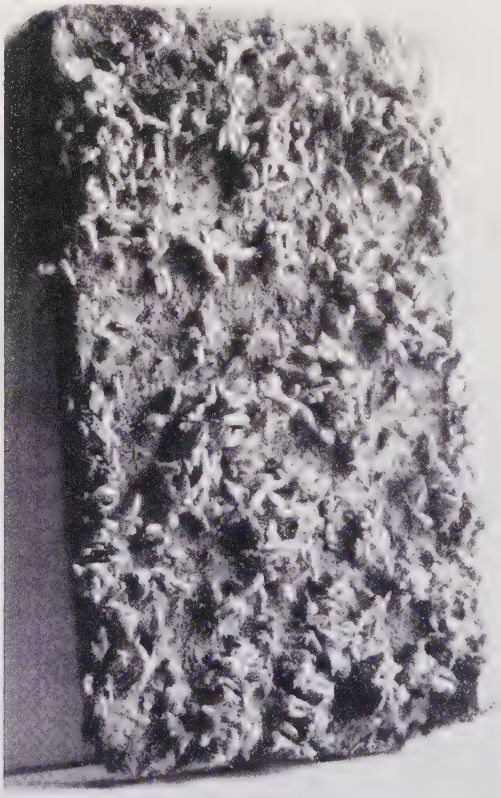


Abb. 6. *Tinea secalella* Zacher. Puppenexuvien, die dicht beieinander die Oberfläche einer Torfplatte bedecken, in die die Raupen sich zur Verpuppung hineingebohrt haben

Einer eingehenden Klärung bedürfen noch die Fragen der Entwicklungsdauer in ihrer Abhängigkeit von Temperatur, Feuchtigkeit und Nahrung, die Erscheinungszeiten der Falter und die Generationsfolge. Die bisher in unserem Laboratorium gemachten Beobachtungen sind folgende:

Tinea granella, Berlin-Steglitz, an Salatsamen, 5. April 1938, 1 ♂. Berlin-Dahlem, an getrockneten Steinpilzen, Anfang März 1939, 1 ♂. Berlin-Steglitz, an alten Semmelbrocken, 6. Jan. 1839, 1 ♂ 1 ♀, 9. Januar 1939, 2 ♀, 13. Januar 1939, zahlreiche Falter, weiterer starker Falterflug bis Mitte Juni, dann Abnahme.

Tinea secalella, schwedisches Material an Roggen, 8. April 1940, 1 ♀, 12. April 1940, 1 ♂ (im geheizten

Hauptraum), deutsches Material an Roggen, 10. April 1940, 1 ♀, 12. April 1940, 1 ♂ (im ungeheizten Vorraum). Material aus Braunsberg an Roggen: 23. August 1938, 1 ♀, 29. Aug. 1938, 1 ♂, 30. August 1938, 2 ♂ 2 ♀, 5. September 1938, 1 ♂, 9. September 1938, 1 ♂, 10. September 1938, 1 ♂ 1 ♀, 28. März 1939, 1 ♂, Berlin-Steglitz, an Roggen, 29. August 1938, 1 ♀, 30. August 1938, 1 ♀, 31. August 1938, 1 ♂, Berlin-Friedenau, an getrockneten Steinpilzen, 16. Januar 1939, 1 ♂, 17. Januar 1939, 1 ♂, 26. Januar 1939, 1 ♂, Berlin-Dahlem, an getrockneten Steinpilzen, 4. September 1938, 2 ♀, 13. November 1938, 1 ♂, 21. November 1938, 1 ♂, 2. März 1939, 1 ♂. Ende März zahlreiche Falter. Material aus Erfurt, an Roggen, 22. September 1938, Raupen bohren sich zur Verpuppung in Torf. Mitte November 1938 noch zahlreiche Wanderraupen, 4. April 1939, 6 Falter, bis Anfang Mai Massenflug, am 5. Mai 1939 alle Falter aus der Kultur entfernt, bis 17. Mai 1939 Abnahme des Falterfluges, Anfang Juni Verschwinden der Falter, Anfang Juli Beginn des neuen Massenfluges, mit Zunahme bis Mitte Juli. In der Kultur waren außerdem Kornkäfer, Getreidenager, Pelzkäfer und Heumotten vorhanden. Material aus Erfurt an Roggen, Reinkultur, im ungeheizten Vorraum, 13. September 1938 erwachsene Raupen, 4. April 1939, die ersten Falter, Zunahme des Fluges bis Anfang Mai, dann Abnahme bis Anfang Juni, Beginn der neuen Flugperiode ab 1. Juli 1939, Berlin-Steglitz, Kultur in Maisschrot mit Sojakraftmehl. Eiraupen ab 1. Mai 1939, erste Falter 3. Juli 1939, Flug bis Ende Juli 1939, erwachsene Raupen, 28. August 1939, 1 ♂, 5. September 1939, 1 ♂, mehrere Falter vom 8. September bis Mitte September 1939, Berlin-Steglitz, Kultur in Haferflocken, angesetzt am 17. Mai 1939, mit Faltern, 11. August 1939, 1 ♀, 14. August, 1 ♂, 19. August, 1 ♂, 25. August mehrere Falter.

Abb. 7. *Tinea secalella* Zacher, Raupenfraß an Roggen, Körner klumpenförmig durch Gespinst verbunden, unter der gleichen Torfplatte wie Abbildung 6

Die Kornmotte scheint nur 2 Bruten im Jahr zu haben. Der Flug der Falter der ersten Brut kann sich allerdings fast auf ein halbes Jahr ausdehnen (Januar bis Juni). Die zweite Brut fliegt im Herbst (August bis September), kommt in Norddeutschland aber nicht immer zur Entwicklung. Durch verzögerte Entwicklung können sich beide Bruten überschneiden.

Bei der Roggenmotte sind in Norddeutschland drei Bruten feststellbar. Die Flugzeit der ersten ist Ende März bis Anfang Juni, die der zweiten Anfang Juli bis Anfang August, die der dritten Anfang bis Ende September.

Die Lebensdauer der Falter beträgt bei Zimmertemperatur 5—10 Tage, wenn sie ungefüttert sind, 11—12 Tage bei Fütterung mit Honigwasser. Auch bei *granella* beträgt die Lebensdauer der Falter bei Zimmertemperatur 5—11 Tage.

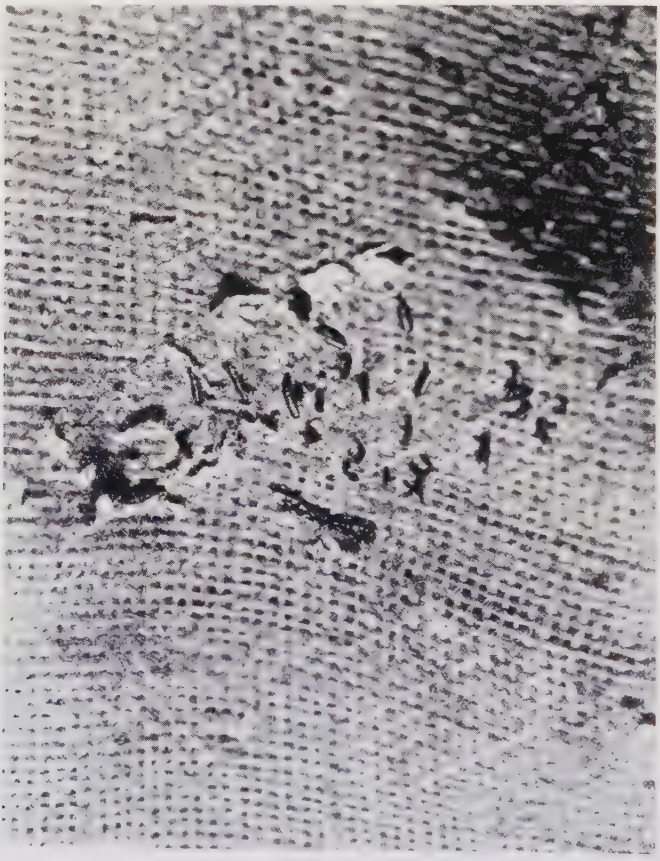


Abb. 8. *Tinea granella* L., Puppenexuvien an einem Sack hängend. Die Raupen hatten sich im Innern des Sackes verpuppt. Darunter ein fliegender weiblicher Falter

Als Parasiten werden für *T. granella* von Cotton und Good (1937) angegeben: *Apanteles* sp., *Chremylus rubiginosus* Nees, *Dibrachys cavus* Walk, *Hemiteles tineae* Rond., *Idechtis canescens* Grav., *Nemeritis caudatula* Thoms. Ich erhielt aus *Secalella*-Kultur in Steinpilzen *Meteorus pulchricornis* Wesm., aus Roggen mit *Ephestia elutella* Hb. und *Tinea secalella*: *Angitia fenestralis* Hlmgr., für die als Wirt bisher *Plutella maculipennis* angegeben wird.

Obwohl die Arbeiten über Korn- und Roggenmotte für uns nicht im Vordergrund des Interesses standen und ich andere zur Zeit wichtigere Arbeitsgebiete bevorzugen mußte, habe ich mich doch bemüht, Material aus allen Teilen Deutschlands durch eine Rundfrage zu beschaffen. Der Erfolg war ziemlich negativ bezüglich der *Tinea*-Arten, aber insofern sehr überraschend, als ich aus zahlreichen Speichern Anfragen und Zusendungen von Heumotten, *Ephestia elutella* Hb., und Dörrobstmotten, *Plodia interpunctella* Hb., erhielt, die als Schädlinge in Getreidelagern auftraten, vereinzelt auch die Dattelmotte, *Ephestia cautella* Wlk. und den Samenzünsler, *Paralispa gularis* Rag. Aus Italien und aus den Balkanländern erhielt ich auf meine Nachfrage nach *Tinea granella* die Getreidemotte, *Silotroga cerealella* Ol. Korn- und Roggenmotte sind also vorwiegend in Bauernspeichern und Kleinmühlen vorhanden, während in den größeren Lagerhäusern bei uns Dörrobst- und Heumotte überwiegen. In der Art der Schädigung des Getreides unterscheiden die *Tinea*-Arten sich von *Ephestia elutella* und *Plodia interpunctella* insofern, als die Raupen der ersteren auch den Mehlkörper angreifen, die der letztgenannten aber nur den Embryo vom Korn glatt abfressen.

Da noch viele Fragen der Verbreitung und Biologie der Korn- und Roggenmotte zu klären sind, wäre ich dankbar für Zusendung von Material (auch wenn es nur einzelne tote Falter sind!) und Mitteilung von Beobachtungen.

Literatur

Cotton, R. I., and Good, Annotated list of the insects associated with stored grain. Washington 1934.

Diakonoff, A., Notes on Microlepidoptera, I: on the characters of the female genital apparatus in some Tineids. Temminckia 2, 189, 196, 1937.

Eckstein, K., Die Kleinschmetterlinge Deutschlands. 1934.

Hering, M., Die Biologie der Schmetterlinge. Berlin 1926.

— — Die Schmetterlinge nach ihren Arten dargestellt. (Tierwelt Deutschlands, herausgeg. von Brohmer.) Leipzig 1932.

Lehmensieck und Liebers, R., Oberfläche der Motteneier. Zeitschr. f. angew. Entomol. 24, 436—447, 1938.

Mehl, S., Schädlinge im Getreidespeicher. München 1940.

Pierce, F. N., and Metcalfe, W., The Genitalia of the Tineid Families. Oundle. 99, 1935.

— — *Tinea cloacella* Hm., *T. granella* Linn., *T. ruricolella* Staint., *T. cochylidella* Staint. and *personella* n. sp. Entomologist 67, 217—219, 1934.

Sorhagen, Aus meinem entomologischen Tagebuch. D. Entomol. Zeitschr. 1886.

Stellwaag, F., *Tinea cloacella* Hm. und *T. granella* L. Zeitschr. f. angew. Entomol. 9, 181—188, 1923.
— — Die Tierwelt tiefer Weinkeller. Wein und Rebe 1924.
Titschack, E., Beiträge zu einer Monographie der Kleidermotte, *Tineola bisselliella*. Leipzig 1922.
Zacher, F., Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung. Berlin 1927.
— — Die Kornmotte und die Roggenmotte. Mitteil. d. Gesellsch. f. Vorratsschutz, V, 14, 65—70, 1938.
— — ABC des Vorratsschutzes. Berlin 1940.

(Aus dem Laboratorium für physiologische Zoologie an der Biologischen Reichsanstalt zu Berlin-Dahlem)

Beobachtungen an Kolonien von Wachsmotten

Von

Albrecht Hase

(Mit 3 Abbildungen)

1. Vorbemerkungen

Die durch *Galleria mellonella* L. (große Wachsmotte) verursachten Schäden sind bekannt genug. Es erübrigt sich, sie hier nochmals aufzuzählen. Zweifelsohne gehört die Wachsmotte heute zu den weltweit verbreiteten Großschädlingen der Imkerei, denn wo auch immer Bienenzucht planmäßig betrieben wird, ist diese Pyralide aufgetreten; Grund genug, sich eingehend mit ihr zu beschäftigen. Bereits 1926 machte ich Mitteilungen über Kolonien (man kann auch von Nestern sprechen) dieser Form. Aus verschiedenen Gründen wurden diese Raupen seit 1938 wieder in dem von mir geleiteten Laboratorium gezüchtet, und so ergab sich die Gelegenheit zu erneuten Beobachtungen in genannter Richtung.

Die Gattung *Galleria* ist ökologisch in erster Linie ein Schmarotzer staatenbildender Hymenopteren (Bienen, Hummeln). Bei der Verpuppung treten zwei Eigentümlichkeiten zutage, welche als Vorstufe einer Gemeinschaft (Assoziation) gedeutet oder gewertet werden können. Diese zwei Eigentümlichkeiten sind:

1. Das Verpuppen der Raupen in Kolonien, auch unter Verhältnissen, die ein Zerstreuen der freien Einzeltiere ermöglichen, und
2. die Wärmeproduktion in den Raupenkolonien vor der Verpuppung.

Auf beide Eigentümlichkeiten soll an der Hand von neueren Beobachtungen etwas näher eingegangen werden, zugleich unter Hinweis auf frühere Mitteilungen über dieses Verhalten.

2. Über Galleriakolonien

Über Wachsmottenkolonien habe ich bereits zweimal berichtet[1]). Der eine Fall betraf eine Kolonie von 423 Individuen, die sich gemeinsam an einer besonderen, von

[1]) a) A. Hase, Über die Nester der Wachsmottenraupen und der Aphomiaraupen. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- u. Forstwirtschaft 1926, 14. Bd., Heft 4, S. 555—565. — b) A. Hase, Über Wärmeentwicklung in Kolonien von Wachsmottenraupen. Die Naturwissenschaften 1926, 14. Jahrg., Heft 45, S. 995—997.

der Nahrungsquelle einige Meter entfernten Stelle, zur Verpuppung zwischen Brettern eingesponnen hatten. Dabei war das Bemerkenswerte, daß die Raupen, die nach innen liegenden Wände ihres Kokons gemeinsam hatten; also bereits vorhandene Kokonwände wurden von den benachbarten Raupen gewissermaßen zur Abgrenzung des eigenen Kokonraumes mitbenuzt. Die damals beobachtete Kolonie war im wesentlichen flächenhaft entwickelt. Die Länge betrug 48 cm, die Maximalbreite 8 cm, die größte Dicke 8,2 cm und die geringste Dicke 2,4 mm. Diese Masse war dadurch mitbedingt, daß sich die Kolonie in einem keilförmigen Spalt zwischen zwei Brettern angesiedelt hatte. Durch das Anspinnen neuer Kokons an und vor die im engsten Teile des Spaltes bereits vorhandenen Kokons, war den später schlüpfenden Faltern der Weg ins Freie verlegt worden. Der Falter kann sich durch derartige Gespinste nicht hindurcharbeiten, stets schlüpft er durch eine von der Raupe „präformierte Rißstelle". Wird diese nachträglich verlagert oder übersponnen, so ist der Falter im eigenen Kokon gefangen und stirbt darin ab.

Der zweite Fall lag anders. Die Raupen hatten sich in einer dicken Schicht des eigenen Kotes verpuppt. Diese Kolonie war kuppelförmig entwickelt. Die Einzelkokons standen in radiärer Anordnung fast senkrecht und bei jedem Kokon ragte das zum Schlüpfen präformierte Ende ins Freie, so daß sämtliche Falter, es waren 97 Stück, unbehindert schlüpfen konnten. In diesem Falle waren die Einzelkokons unter Mitverwendung von Kotbrocken zwar leicht aneinander gesponnen, aber man konnte jeden Kokon für sich herauslösen. Als Ganzes betrachtet, machte diese Kolonie den Eindruck einer Wabe, wie man sie z. B. in Hummelnestern findet[1]).

Die nachstehend beschriebene Kolonie ist unter ganz ähnlichen, äußeren Umständen entstanden; nur war sie, was die Menge der darin befindlichen Individuen anbelangt, gerade 10mal größer. Sie enthielt, wie sich bei späterer Untersuchung herausstellte, rund 1000 Tiere.

In einem 18 l fassenden Glasaquarium waren etwa 3,5 kg Waben eingelegt und mit Wachsmotten absichtlich besiedelt worden. Vor dem Einbringen war das Wabenwerk, um vorzeitige Zerstörung zu vermeiden, mit Tetrachlorkohlenstoff gründlich entwest worden, also frei von den oft in alten Waben auftretenden Schädlingen, also auch frei von Wachsmottenparasiten (z. B. *Dibrachys boucheanus;* Hymenopt.). Das Aquarium blieb, zunächst mit einer Glasplatte bedeckt, später offen, in einem Raume des Labors stehen. Die Kultur konnte infolge Verhinderung daran nicht weiter beobachtet werden und bei einer späteren Kontrolle fand sich die Kolonie vor. Die Waben waren vollkommen zerfressen und eine etwa 4—5 cm dicke Kotschicht bedeckte den Boden. Aus diesen Kotmassen ragte die Galleriakolonie, wiederum in Form einer Wabe (Abb. 1) heraus. Falter waren in Mengen geschlüpft und schlüpften noch. Nach Beendigung des Schlüpfens wurde das ganze Gebilde herausgenommen und nach nochmaliger Entwesung zur weiteren Bearbeitung aufbewahrt. Wie der Hergang lehrt, ist auch diese Kolonie ohne besonderes Zutun und ohne jeden Eingriff meinerseits zustande gekommen. Nachdem Aufnahmen[2]) gemacht worden

[1]) Ein Lichtbild dieser Kolonie ist in der angegebenen Arbeit in: „Naturwissenschaften" 1926, S. 996 wiedergegeben.

[2]) Für diese Fotos bin ich Herrn F. O. Böhme-Rabes, Berlin W 15, zu Dank verpflichtet.

waren, wurde die Bearbeitung, bei welcher die Kolonie zerlegt werden mußte, durchgeführt.

In Abb. 1 ist der größte, d. h. mittlere Teil des ganzen Gebildes im Lichtbilde wiedergegeben. Aus photographischen Gründen mußte ich aber die Kolonie in zwei Teile zerlegen. Das Bild hätte sonst zu stark verkleinert werden müssen. Einzelheiten wären nicht mehr deutlich zu erkennen gewesen, zumal die Kolonie bogenförmig gestaltet war und die Oberfläche nicht in einer Ebene lag. Wieviel Raupen überhaupt das 3,5 kg schwere Wabenwerk ursprünglich besiedelt und gänzlich aufgefressen hatten, ist nicht ermittelt worden. Als ich diese Kolonie nach zeitweiliger Abwesenheit im August 1938 entdeckte, hatte auch schon das Schlüpfen und Abfliegen der Falter begonnen. Daher mußte auf eine Falterzählung leider verzichtet werden; sie hätte auch keine brauchbaren Werte mehr ergeben. Auch die massenhaft in den Kotmassen vorhandenen Jungraupen sind nicht zahlenmäßig erfaßt worden, zumal diese an der Entstehung der Kolonie nicht beteiligt gewesen sind. Ich beschränke mich darauf, die Kolonie, so wie sie

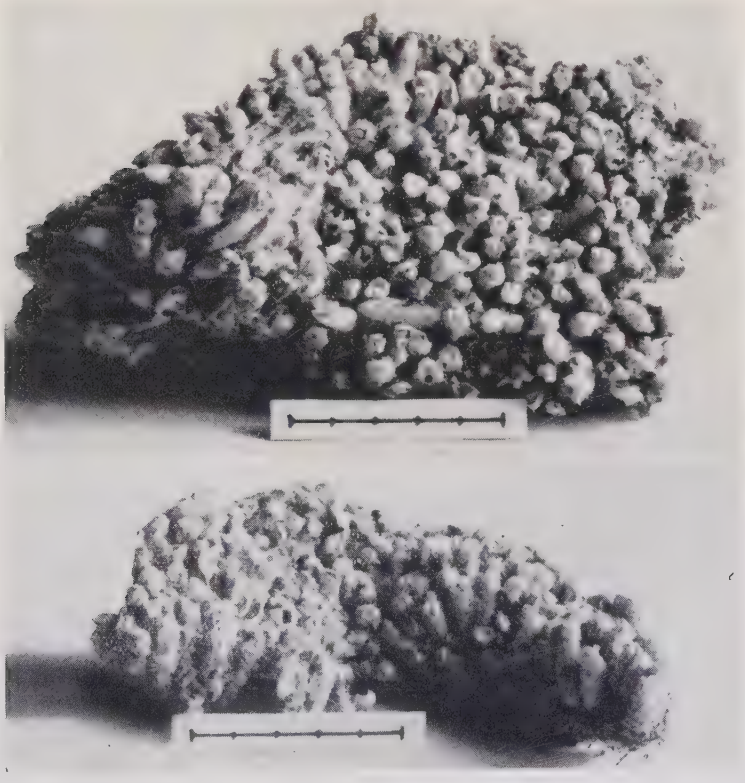


Abb. 1. Kolonie von Wachsmottenkokons. Oben: Aufnahme mehr von oben gesehen. Unten: Aufnahme mehr von vorn gesehen. An den mit † bezeichneten Stellen waren die Stücke ursprünglich vereinigt. Maßstab 5 cm

schließlich vorlag, nach den unten angegebenen Gesichtspunkten zu analysieren.

Maße und Gewicht. Die Gesamtlänge war rund 26 cm, bei etwa 13 cm größter Breite und bei einer von 2—4—7 cm wechselnden Dicke. Die Abb. 1 ist so aufgenommen worden, daß die Oberflächen besonders gut zu sehen sind; die weiter rückwärtsliegenden mehr oder minder losen Teile der Kolonie sind daher nicht sichtbar. Das Gesamtgewicht betrug 84,0 g, aber die zwischen und zum Teil auch in den Kokons liegenden, versponnenen und im einzelnen nicht entfernbaren Kotbrocken sind in dem Gewicht mit enthalten. Die Gespinstmassen allein dürften höchstens 25—30 g wiegen. Sie sind trotz ihrer großen Zähigkeit außerordentlich leicht. Das Gewicht des in Abb. 1 oben dargestellten Teiles betrug 41,5 g, das des unten wiedergegebenen Teiles 19,5 g und die übrigen nicht im Bilde erscheinenden Stücke wogen 23,0 g.

Anordnung und Größe der Kokons. Wie die Abb. 1 zeigt, sind die einzelnen Kokons, bis auf verhältnismäßig wenig Stücke, bienenwabenartig, parallel zueinander gelagert, so daß ein Gebilde entsteht, das einem Korallenstock ähnlich sieht. Wesentlich ist die Feststellung, daß die Schlupflöcher für die Falter fast durchgängig — wie die nachfolgende Präparation ergab — nach einer Seite, d. h. nach oben ins Freie hin lagen. Beim Spinnen der tieferliegenden Kokons haben die Raupen die freien Stellen zwischen den oberen Kokons in entsprechender Weise ausgefüllt. Nach dem ganzen Zustande zu urteilen, ist die Kolonie in folgender Weise entstanden. Zuerst verpuppten sich die am weitesten fortgeschrittenen, besternährten Raupen und ihre Kokonmasse ergab die jetzige Oberfläche der Kolonie. Dann sind von unten und von den Seiten her die Kokons weiterer, zum Teil weniger gut ernährter Raupen hinzugekommen, welche jede freie Stelle zwischen den bereits vorhandenen Gespinstmassen benutzend, ihre eigenen Kokons einbauten, bisweilen unter Zerbeißen hindernder Gespinstmengen oder auch bereits fertiger Kokons.

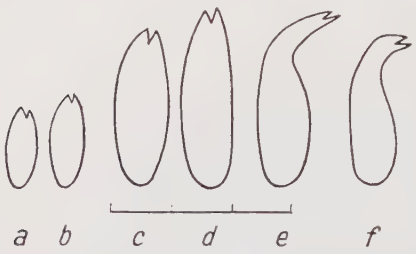


Abb. 2. Größen- und Formvarianten einzelner Kokons. Maßstab 3 cm

Die Größe der einzelnen Kokons schwankte, wie nicht anders zu erwarten war. Die Minimalmaße betrugen Länge : Breite wie 13 : 5 und wie 15 : 6 mm (Abb. 2 a, b); die Maximalmaße waren Länge : Breite wie 26 : 9 und wie 29 : 10 mm (Abb. 2 c, d). Die Hauptmasse der Kokons zeigte mittlere Werte [1]). Bei wenig günstig gelagerten Kokons

[1]) Zwergkokons enthalten auch Zwergpuppen, aber große Kokons werden nicht immer von ausgesprochen großen Raupen gesponnen. Die Raumverhältnisse der Verpuppungsarten spielen hierbei eine Rolle.

an den unteren Partien der Kolonie waren die Kokons nach dem Schlüpfende für den Falter zu in der Regel schornsteinartig verlängert und dabei vielfach rechtwinkelig gebogen (Abb. 2 e, f). Derartige individuelle Formvarianten sind von vielen Gespinsthüllen spinnender Insekten bekannt, wenn die Tiere unter ungünstigeren Raumverhältnissen zur Verpuppung gelangen.

Zustand und Zahl der Kokons. Durch entsprechendes Präparieren der einzelnen Kokons wurde der Zustand dieser Riesenkolonie ermittelt. Sie war in diesem Falle gänzlich frei von Parasiten, weil bei den damaligen Zuchten von vornherein auf die Parasitenfreiheit streng geachtet wurde (siehe oben!). Die zwischen den Kokons mitversponnenen Kotteilchen erleichterten, bzw. ermöglichten jeden Kokon einzeln, ohne besondere Mühe, herauszulösen und auf seinen Zustand im Inneren zu untersuchen. Für sämtliche Stücke ist dies in gleicher Weise durchgeführt worden. Es ist bei *Galleria* nach dem Zustand des Kokoninneren sicher zu entscheiden: 1. Ob eine Raupe sich normal verpuppte und ein normaler Falter schlüpfte, 2. ob die Raupen oder Puppen eines natürlichen oder gewaltsamen Todes (durch Anfressen z. B.) gestorben sind, 3. ob der Falter zwar der Puppenhaut entschlüpfte, aber durch Verspinnen oder Verbauen des Schlüpfloches den Kokon nicht verlassen konnte, 4. ob Kokons durch nachträgliches Abwandern der Raupen leer geblieben sind und 5. ob und in welcher Weise sogenannte „Doppelkokons" auftraten. Nach diesen Gesichtspunkten wurde die gesamte Kolonie durchpräpariert. Das zahlenmäßige Ergebnis ist folgendes:

Gesamtzahl aller Kokons in der Kolonie	1009	in %
1. Zahl der normal geschlüpften Falter (bezogen auf die Zahl der vorhandenen Kokons) . . .	804 =	79,7
2. Zahl der am Ausfliegen durch Kokonverbauung gehinderten Falter	5 =	0,5
3. als Puppe abgestorben	11 =	1,1
4. als Raupe abgestorben	5 =	0,5
5. als Puppe angefressen	12 =	1,2
6. als Raupe angefressen	3 =	0,3
7. Zahl der Doppelkokons:		
a) mit einer Puppe	51 =	5,1
b) mit zwei Puppen	16 =	1,6
8. Zahl der leeren Kokons	102 =	10,1
	1009 =	100,1

Ergebnis: Die Befunde bedürfen noch einer kurzen Erläuterung. Zunächst fällt auf, daß rund 10 % aller Kokons leer waren. Da die gesamte Kolonie auf verhältnismäßig kleinem Raum zusammengedrängt war, so kann man von einer gewissen Raumnot sprechen. Die Raupen haben vielleicht durch Druckverhältnisse von seiten der benachbarten Kokons, vielleicht durch Herausbeißen durch andere Tiere

ihren ursprünglich angelegten Kokon verlassen und eine günstigere Stelle zum endgültigen Einspinnen gesucht. Auch anderweitig ist diese Beobachtung gemacht worden. Durch diese Leerkokons erscheint die Kolonie größer, volkreicher, als sie in Wirklichkeit ist. Mit Tieren besetzte Kokons waren also um 1009 — 102 = 907 vorhanden, die daraus geschlüpften 804 Falter machen dann rund 88 % aus. Nicht zu erwarten ist, daß sämtliche Raupen Falter ergeben. In diesem Falle ist aber kein Abgang durch Parasiten erfolgt, auch deutete keinerlei Befund auf ein seuchenhaftes Raupensterben hin, sondern der Abgang ist in gewissem Sinne eine Folge der Koloniebildung auf engem Raume. Das Vorhandensein der sogenannten „Doppelkokons" deutet Raumnot an. Bei der Doppelkokonbildung wurden fertige Kokons noch von einer zweiten Raupe besiedelt, und zwar in dem Entwicklungsstadium der zuerst vorhandenen Raupe, in welchem diese zu einer Ortsveränderung nicht mehr fähig war. Zwei noch voll bewegungsfähige *Galleria*-Raupen dulden sich gegenseitig nicht in einem Kokon, die eine beißt die andere tot oder hieraus. Oder aber eine Raupe drang in einen Kokon ein, der von der ersten Raupe wieder verlassen war oder verdrängte sie und spann sich einen neuen Kokon im bereits vorhandenen. Es liegen also der Doppelkokonbildung verschiedene Vorgänge zugrunde, welcher von beiden jeweils Platz ergriffen hatte, kann hinterher nicht immer mit voller Sicherheit entschieden werden. Aber mit Sicherheit können wir annehmen, daß Raumnot das treibende Moment bei diesen Vorkommnissen ist. In gleicher Weise sind die übrigen Befunde wie angefressene Raupen und Puppen im Kokon und nachträgliches Zuspinnen vorhandener Kokons zu deuten. — Beachtenswert erscheint mir der Befund, daß nur ein minimaler Prozentsatz von Kokons letzteren Zustand zeigte. Es ist mir dies ein Hinweis, daß bei dieser Vorstufe echter Vergesellschaftung die Tiere zwar ihre Verpuppungsorte nahe aneinander wählen, aber nicht, wenn es die Örtlichkeit wie hier ermöglicht, sich gegenseitig die spätere Schlüpfmöglichkeit gänzlich verbauen. Ganz ähnliche Befunde macht man an *Aphomia*-Kolonien. Die Raupen dieser Art spinnen Gemeinschaftsnester unter Verwendung einer gemeinsamen Gespinstmasse, in der jedes Tier noch seinen Einzelkokon hat unter Wahrung der Schlüpfmöglichkeit für die Falter. — Der Befund lehrt folgendes. Trotz der Möglichkeit des ungehinderten Abwanderns und trotz einer gewissen Raumnot sind die *Galleria*-Raupen zwecks Verpuppung beisammengeblieben und vereinigten ihre Kokons zu einem ansehnlichen Wabenkörper, wobei daran erinnert wird, daß bereits in einem früheren Falle diese merkwürdige Wabenbildung bei der Verpuppung zur Beobachtung kam. Ich glaube, wir dürfen dieses Verhalten als eine Vorstufe einer beginnenden Vergesellschaftung deuten, so wie sie bei den nahe verwandten *Aphomia*-Raupen bereits entwickelt ist.

3. Über die Wärmeentwicklung in Wachsmottenkolonien

Auch hierüber sind von mir vor einer Reihe von Jahren Mitteilungen gemacht worden (H a s e , 1926 b). Unter den seinerzeit gegebenen Verhältnissen wurden Temperaturen in den Raupenkolonien festgestellt, die gegenüber den Außentemperaturen, um 13 °, 18 ° bis 22,7 ° höher waren. Gerade jetzt konnte ich erneute Beobachtungen in dieser Richtung anstellen. Wiederum in einem Glasaquarium befanden sich Wachsmottenraupen, welche die eingelegten Waben schon fast ganz aufgefressen hatten, so daß sich im Glas ein aus Kot- und Wachsteilen bestehender Hügel von rund 20 cm Länge, 22 cm Breite und 10 cm größter Höhe

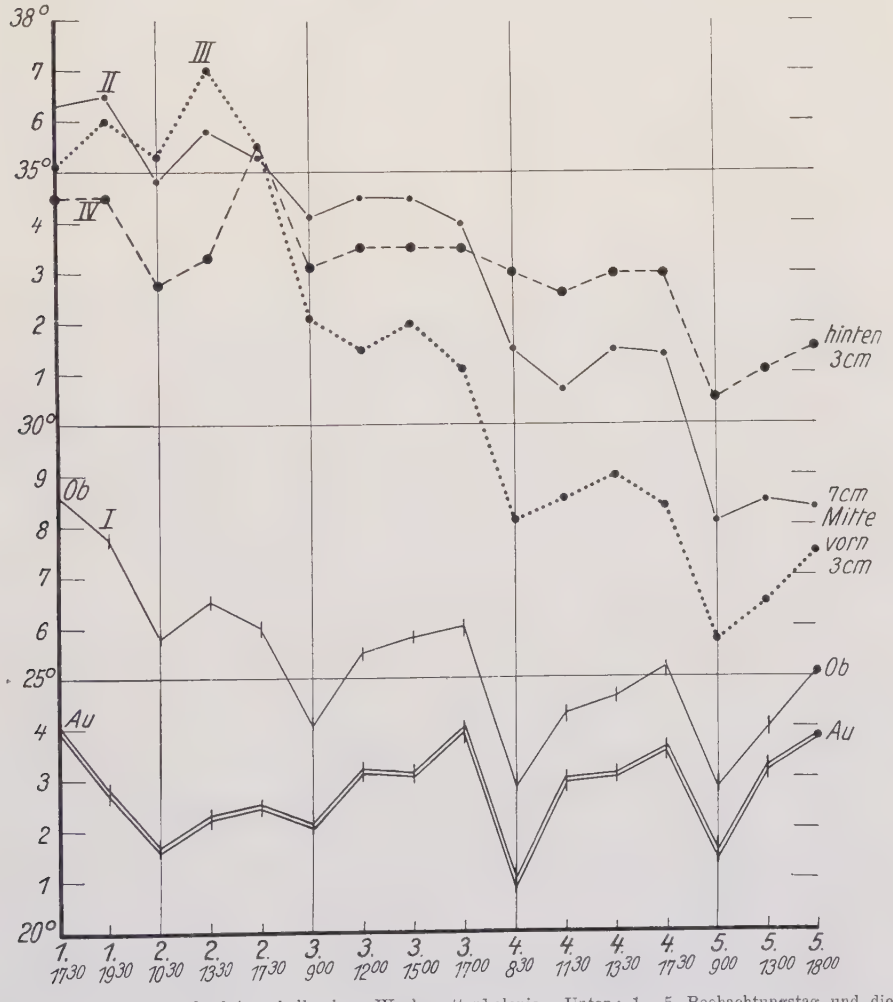


Abb. 3. Temperaturverlauf innerhalb einer Wachsmottenkolonie. Unten: 1.—5. Beobachtungstag und die Ablesezeiten. Au = Gang der Außentemperatur (im Zimmer). Meßstelle I = Ob = Gang der Temperatur auf der Oberfläche der Kolonie; Meßstelle III = vorn 3 cm = Gang der Temperatur in 3 cm Tiefe in der Kolonie; Meßstelle II = 7 cm Mitte = Gang der Temperatur in 7 cm Tiefe in der Kolonie; Meßstelle IV = hinten 3 cm = Gang der Temperatur in 3 cm Tiefe hinten. Temperatur in ° C

gebildet hatte. Das Schlüpfen von Faltern war lebhaft im Gange. Der Glasboden selbst fühlte sich warm an. Um meine früheren Feststellungen über Wärmeentwicklung in derartigen Kolonien zu erweitern, führte ich entsprechende Messungen in folgender Weise durch. Eine Meßstelle I wurde auf der Oberfläche des Hügels gewählt; die zweite II lag in der Mitte im Inneren des Haufens, 7 cm unter der Oberfläche. Eine dritte Stelle III lag 3 cm unter der Oberfläche an dem einen Rand des Hügels und die vierte IV ebenfalls 3 cm tief an dem gegenüberliegenden Rande. An fünf Beobachtungstagen hintereinander wurde täglich zwei-, drei- und viermal die Temperatur an denselben Meßstellen abgelesen. Die drei in der Wachs- und Kotmasse steckenden Thermometer waren ziemlich fest von den Raupen eingesponnen worden. Aber nur selten konnte ich eine Raupe auf der nicht mit Gespinst überzogenen Oberfläche laufen sehen. Die tatsächlich erhaltenen Temperaturwerte und die Zeiten der Ablesung sind aus dem entsprechenden Kurvenverlauf (Abb. 3) ohne weiteres zu entnehmen, so daß sich eine besondere Tabelle davon erübrigt. Dafür gebe ich eine Übersicht (Tabelle 1), in der die Unterschiede der Temperaturen an den vier genannten Meßstellen gegenüber der Außentemperatur (im Zimmer) verzeichnet sind.

Tabelle 1

Angabe der Temperaturerhöhung gegenüber der Außentemperatur

Beobachtungstag	Außentemperatur	Oberfläche der Kolonie Meßstelle I	Haufenmitte 7 cm tief Meßstelle II	Vorn 3 cm tief Meßstelle III	Hinten 3 cm tief Meßstelle IV
1.	24,1	4,5	12,2	11,0	10,4
1.	22,8	5,0	13,7	13,2	11,7
2.	21,7	4.1	13.1	13,6	11,1
2.	22,3	4,2	13.5	14,7	11,0
2.	22,5	3.5	12,8	13,0	13,0
3.	22,1	1,9	12.0	10,0	11.0
3.	23,2	2,3	11,3	8,3	10,3
3.	23,1	2,7	11,4	8,9	10.4
3.	24.0	2,0	10,0	7,1	9,5
4.	21,0	1,8	10,5	7,1	12,0
4.	23.0	1,3	7.7	5,5	9,6
4.	23,1	1,5	8,4	5,9	9,9
4.	23,6	1,6	7,8	4,8	9,4
5.	21,5	1,3	6,6	4,3	9,0
5.	23,2	0,8	5.3	3,3	7,9
5.	23,9	1,2	4,5	3,6	7,2

Hierbei ist die gegenseitige Entfernung der vier Meßstellen zu beachten. Die Thermometer wurden so eingesenkt, bzw. auf die Ober-

fläche aufgestellt, daß die Verbindung der Meßpunkte etwa ein gleichschenkliges Dreieck bildete. Meßstelle I war von II etwa 8 cm, von Meßstelle IV etwa 18 cm entfernt; die Stellen I und III sowie III und IV waren rund je 10 cm und Stelle II von III rund 7 cm entfernt unter Berücksichtigung der Versenkung in die Tiefe (siehe oben).

Aus dem Kurvenbild in Verbindung mit der Tabelle I ist folgendes zu entnehmen. Auch in dieser Raupenkolonie entwickelten sich wesentlich höhere Temperaturen als in der Umgebung; die Differenz betrug in diesem Falle bis zu 14,7 °. Die Temperatur an der Oberfläche der Kolonie geht der Außentemperatur fast ständig parallel, wobei aber Unterschiede von rund 1—5 ° beobachtet wurden. Innerhalb der Kolonie herrscht keine gleichmäßige, sondern eine auch an den einzelnen Meßstellen schwankende Temperatur. So z. B. lag an der Meßstelle III [vorn 3 cm tief] am 2. Beobachtungstag die Temperatur sehr hoch (14,7 ° über Außentemperatur) und am 5. Beobachtungstag war sie stark abgesunken und lag nur noch 3,3 ° über der Außentemperatur. In der Koloniemitte, Meßstelle II [7 cm tief], wurde nicht die höchste erreichte Temperatur gemessen, aber doch eine Temperatur von 13,7 ° über der Außentemperatur. Späterhin sank die Temperatur an dieser Stelle stark ab. Die größten Differenzen an den vier bezeichneten Meßstellen betrugen gegenüber der Außentemperatur

bei Meßstelle I [Oberfläche] = 5 ° . . . am 1. Beobachtungstag
„ „ II [7 cm tief] = 13,7 ° . . „ 1. „
„ „ III [3 cm tief] = 14,7 ° . . „ 2. „
„ „ VI [3 cm tief] = 13,0 ° . . . „ 2. „

Hieraus ist ersichtlich: 1. Die Maxima der Temperatur innerhalb der Kolonie können sich von Tag zu Tag verschieben. 2. An den verschiedenen Punkten innerhalb der Kolonie herrschen zeitweilig nahe beieinander liegende oder stark abweichende Temperaturen. So wurde z. B. am 4. Beobachtungstag an Meßstelle II = 31,5 °, an III = 28,1 ° und an IV = 30,0 ° ermittelt. Eine Erklärung hierfür ist meines Erachtens in der Beschaffenheit des Materials gegeben. Wachs ist ein schlechter Wärmeleiter, die Luft zwischen den Brocken ebenfalls und die Gespinste der Raupen haben auch eine isolierende Wirkung. Durch Zusammenwirken aller drei Faktoren ist die beobachtete Tatsache erklärlich. Die Temperatursteigerung wird durch Häufung der Raupen an den einzelnen Stellen bewirkt.

Des weiteren sind dem Kurvenbild folgende Tatsachen zu entnehmen. Einmal: Auch die Maxima stehen unter einem bestimmten Einfluß von der Außentemperatur her, denn dem abendlichen Ansteigen der Außentemperatur entspricht auch ein leichtes Ansteigen der Maxima. Ferner: Die Wärmeentwicklung in dieser Kolonie nahm vom 2.—4. Beobachtungstag an allen Meßstellen etwa in gleichem Verhältnisse ab, so daß sich ihr Kurvenverlauf mehr der Außentemperatur näherte. Das bedeutet aber ein Kälterwerden der Kolonie. Bereits früher habe ich dieses Absinken feststellen können. Es hängt mit der Verpuppungs-

tätigkeit der Raupen zusammen. Je weniger Tiere sich aktiv bewegen, um so weniger Wärme wird produziert.

Ergebnis: Erneut wird eine sehr beträchtliche Wärmeentwicklung in Massenansammlungen von *Galleria*-Raupen festgestellt und durch zweckdienliche Messungen belegt. Die Frage nach der Wärmequelle ist schnell gestellt, aber nicht so schnell in vollem Umfange beantwortet. Sicher ist, daß in erster Linie die Raupen selbst Wärme durch ihre lebhaften Bewegungen und damit durch ihre erhöhte Atemtätigkeit produzieren. Wie ich schon früher andeutungsweise vermutete, spielen vielleicht auch Gärungen und Zersetzungen im Kote der Raupen und im zerbröckelten Wabenwerk eine Rolle. Die jetzt vorliegende Kolonie war luftig untergebracht und infolgedessen recht trocken. Mithin möchte ich für diesen Fall Gärungen usw., die immer stärkere Feuchtigkeitsgehalte voraussetzen, nicht wesentlich in Ansatz bringen. Das Absinken der Temperatur am 3. und 4. Beobachtungstage ist sicher auf zunehmende Verpuppung und damit Ruhigstellung der Tierkörper und Rückgang der Atemtätigkeit zurückzuführen.

4. Schluß

An neuen Beispielen ist gezeigt worden, daß *Galleria*-Raupen zur Koloniebildung bei der Verpuppung und zur Wärmeentwicklung in den Raupenkolonien fähig sind. Beide Erscheinungen stehen in gewissem Zusammenhang und wir können folgende Erwägungen anstellen. Wenn wir so große Puppenkolonien beobachten, wie sie beschrieben wurden, so ist die Ursache in den äußeren Verhältnissen zu suchen. Ich nehme an, daß, weil es an der Oberfläche und in den Raupenkolonien wesentlich wärmer ist als in der Umgebung, die reifen Raupen gleich hier zur Verpuppung geschritten sind. Von der Möglichkeit der Abwanderung wurde kein Gebrauch gemacht. Daß Wachsmotten sehr wärmeliebend sind, ist durch ihr ständiges Vorkommen in Bienenstöcken bewiesen. Der an und für sich nicht günstige Verpuppungsort — in der Hauptsache der eigene beweglich-rollende Raupenkot — wurde aber trotzdem gewählt, eben weil die Temperaturverhältnisse den Ausschlag gaben. Die Ungunst des Ortes wurde durch gegenseitiges Stützen und gleichsinniges Ordnen der Kokons, d. h. durch Wabenbildung, überwunden.

Dadurch wurde die Beweglichkeit des Untergrundes aufgehoben und ein festes Gefüge entstand. Daß aber ein geordnetes Gebilde wie die Kokonwabe trotz dieser Verhältnisse gebildet wurde, ist durch Temperaturbevorzugung nicht recht verständlich. Diese bestimmt nur den Ort und nicht das gegenseitige Verhalten. Das Zustandekommen möchte ich eben als Folge eines natürlich zunächst recht einfachen Triebes zur Vergesellschaftung deuten.

Endlich sei noch auf folgendes verwiesen. Die bei uns heimischen staatenbildenden Insekten besitzen die Fähigkeit der Temperaturerzeugung und der Temperaturregulierung innerhalb des Gemeinschaftsnestes. Ich gehe sogar so weit und sage, diese Fähigkeit ist meines Er-

achtens eine der Haupttriebfedern zur Herausbildung eines Tierstaates. Temperaturen erzeugen die Bienen und Wespen durch erhöhte Muskelarbeit und Atemtätigkeit. Für die *Galleria*-Raupen gelten nach den Befunden grundsätzlich dieselben Verhältnisse. Das heißt sie können die Temperatur erhöhen, einfach durch die Tatsache, daß sie vergesellschaftet bleiben. Dies aber setzt auch Anfänge sozialen Verhaltens voraus. Eine Regulierung der Temperatur im Sinne einer Konstanterhaltung ist aber bei *Galleria* noch nicht beobachtet worden. Aber da die Raupen nicht an ein wirkliches Nest gebunden sind (wie Bienen und Wespen), so genügt ein Zerstreuen, um einer etwa zu hoch werdenden Temperatur auszuweichen und bestimmte Regulierungshandlungen zwecks Herabsetzung sind unnötig. Damit möchte ich schließen und allgemeine Erörterungen zurückstellen bis weitere Beobachtungen vorliegen.

(Aus dem Tropenmedizinischen Institut der Militärärztlichen Akademie Berlin,
Leiter: Oberfeldarzt Prof. Dr. Rodenwaldt)

Aus der Epidemiologie der Schlafkrankheit und Nagana

Von

Oberstabsarzt Martini

Uberall, wo man sich eingehend mit der Auswertung entomologischer Kenntnisse befaßt, erfährt man, daß die Untersuchungen der Spezialisten nicht nur nicht zu detailliert und eingehend sind, sich nicht nur nicht zu weit in Kleinigkeiten verlieren, sondern daß gerade die feinsten systematischen Unterscheidungen und die genauesten Angaben über die Ökologie der Tiere und ihre Physiologie notwendig sind, um praktisch bedeutungsvolle Erscheinungen in der Natur völlig zu verstehen und Abwehrmittel richtig anzusetzen, und daß von noch mehr verfeinerter Systematik und Beobachtung weitere Fortschritte zu erwarten sind.

Die bekanntesten Beispiele hierfür ergibt die moderne Malariaepidemiologie und -bekämpfung. Nicht weniger interessant gestalten sich jedoch heute die Angelegenheiten um die Tsetsefliegen und die von ihnen übertragenen Seuchen, Trypanosomiasen, des Menschen und der Tiere.

Die drei Untergattungen der Gattung Glossina: *Austenina, Nemorhina* und *Glossina* sind geographisch eigenartig verteilt. Die Untergattung *Nemorhina* mit der bekannten *palpalis* als Hauptform ist westafrikanisch, wo sie auch mit der Hauptart bis ins Seengebiet durchstößt. Ebenso ist *Austenina* (mit 2 Ausnahmen unter ihren 10 Arten) überwiegend westafrikanisch. Von *Glossina* im engeren Sinne dagegen reicht zwar das Gebiet der *morsitans* mit der Unterart *submorsitans* im Norden (südlich der Sahara) bis an die Westküste, während das Hauptgebiet der Art im Osten liegt; auch gehört *Gl. longipalpis* dem Westen an. Die übrigen 4 Formen aber sind ausgesprochen ostafrikanisch.

Äußerlich ist die Austenina-Gruppe daran kenntlich, daß die typische Glossinenzeichnung, die in der *morsitans*-Gruppe am klarsten hervortritt und in der *palpalis*-Gruppe, wenn auch oft stark verdunkelt, doch stets deutlich ist, bei ihr so verwaschen ist, daß sie nicht mehr oder kaum noch erkannt werden kann. Von den übrigen Glossinen

kann man mit ziemlicher Sicherheit (schwierig bei *Gl. austenia)* die beiden Untergattungen *Nemorhina* und *Glossina* daran unterscheiden, daß bei dieser alle Hinterfußglieder auf der Oberseite gleichmäßig dunkelbraun bis schwarz sind, während bei jener nur die beiden letzten Hinterfußglieder so stark verdunkelt sind. Sie stechen daher meist von den drei ersten heller ab. Die wesentlichsten Unterschiede der dritten Untergattung sind allerdings im Bau der männlichen Begattungsorgane gegeben.

Es fällt besonders auf, daß dem sehr regen Interesse an der Glossinenkunde und -bekämpfung in Ostafrika ein viel mäßigeres im Westen gegenübersteht. Und doch wütet die Schlafkrankheit in Westafrika weit stärker als im Osten unter den Menschen. Im Westen ist sie in großen, dicht bevölkerten Gebieten weit und intensiv verbreitet, im Osten in meist viel dünner bevölkerten Gebieten mehr fleckweise und oft nur in kleinen Epidemien vertreten.

Die Schätzung auf 1 Million mit Trypanosomen infizierten Menschen in Nigeria allein im Gegensatz zu den nur nach wenigen Hunderten jährlich zählenden Angaben über das Vorkommen der Seuche in Deutsch-Ostafrika genügt, den Gegensatz zu beleuchten.

Diese sehr verschiedene Seuchenlage drückt sich auch in den Abwehrmaßnahmen aus. Im Westen arbeiten Belgier und Franzosen sehr intensiv. Das Verfahren richtet sich weit weniger gegen die Fliegen als gegen die Krankheitserreger im Menschen. Es wird nämlich nicht nur jeder behandelt, der sich krank meldet, das erscheint ja selbstverständlich, sondern es wird die ganze Bevölkerung untersucht. Dabei werden die ersten Anfänge der Krankheit bereits bemerkt und Personen in die Behandlung gezogen, von denen weder die Umgebung, noch oft sie selbst wissen, daß sie bereits von Schlafkrankheit schleichend befallen sind. Noch heute gilt diese Krankheit ohne modernste Behandlung in höchstens wenigen Jahren als unbedingt tödlich. (Die Frage, ob man noch wird umlernen müssen, geht über den hier gesteckten Rahmen hinaus.) Wer als infiziert befunden wird, wird der Behandlung und Heilung zugeführt und damit auch als Ansteckungsquelle für seine Umgebung ausgeschaltet. Nach den Berichten aus dem Kongo und den französischen Gebieten hat man mit diesem Verfahren gute Fortschritte gemacht. Es fordert viele Mittel, weil viele Ärzte und Hilfskräfte benötigt werden, und von diesen wieder eine unerhörte Hingabe an ihre Tätigkeit verlangt wird. Das Verfahren kann also keineswegs als wohlfeil bezeichnet werden.

Es liegt aber im ärztlichen Denken und im Denken unserer Zeit, daß das Herrenvolk verpflichtet ist, den Schutzbefohlenen in solchen Nöten beizuspringen und die der Seuche Verfallenen vor dem Tode zu bewahren. Damit erscheinen die für die Behandlung erforderlichen Mittel als selbstverständliche Aufwendungen. Sind sie einmal bewilligt, sind Ärzte und Personal in ausreichender Menge da, um die Infizierten vom Tode zu erretten, so erfordern die weiteren Arbeiten für

eine allmähliche Seuchenminderung und Ausrottung, wenn das gelingen sollte, kein so großes Mehr an Ausgaben. Der springende Punkt ist in der Rentabilitätsrechnung der: Sind diese Ausgaben für Heilung unvermeidlich oder ließen sie sich nicht rationeller durch Ausgaben für die Seuchenverhütung ersetzen? Diese Frage muß im Bereiche der Malariabekämpfung meist bejaht werden. Bei der Schlafkrankheit sieht es anders aus.

Die Bekämpfung der Glossinen, durch die man der Seuche den Weg abschneiden würde, ist nämlich außerordentlich schwierig und auf so ausgedehnten Gebieten, wie sie die einheimische Schlafkrankheit im Westen, im *palpalis*-Gebiet einnimmt, würde sie wohl ungeheure Mittel verschlingen, sofern man heute überhaupt an einen entscheidenden Erfolg glaubt. (Über die Verfahren später.) Im Osten dagegen sind die jeweils auftretenden Schlafkrankheitsherde von recht beschränkter Ausdehnung. Hier ist der Einsatz gegen die Tsetsefliegen also umgrenzt und ihre Bekämpfung vielfach durchführbar und mit Erfolg schon in deutscher Zeit im Seengebiet durchgeführt worden. Der Engländer behandelt meist nur die wirklich Kranken, geht gegen die Glossinen vor oder siedelt, wo das zu schwierig sein würde, die Bevölkerung aus und in einem glossinenfreien Gebiet wieder an, bis der Schlafkrankheitsherd erloschen ist.

Es ist aber gar nicht die menschliche Schlafkrankheit, was in Ostafrika die starken Bemühungen gegen die Zungenfliegen auslöst, sondern es sind die Viehseuchen. Es ergibt sich nämlich eine interessante Feststellung, die geeignet ist, den Arzt und Hygieniker bescheiden zu machen und Licht auf scheinbar paradoxes Verhalten der Menschen zu werfen. Sind doch die stark von der Schlafkrankheit geschlagenen Gebiete gleichzeitig die dichtest bevölkerten Afrikas, während die schlafkrankheitsarmen im Osten großenteils fast menschenleere Einöden sind.

Vergleicht man eine kartenmäßige Darstellung der Bevölkerungsdichte in den einzelnen Teilen Deutsch-Ostafrikas mit einer solchen der Glossinenverbreitung in diesem Gebiete, so fällt auf, daß sie sich fast wie ein photographisches Negativ und Positiv zueinander verhalten. Die menschenarmen Gebiete, die Einöden sind vor allem die großen Tsetsefliegengebiete und die Striche dichter Bevölkerung sind meist glossinenfrei. Und doch ist offenbar, wie oben ausgeführt, nicht eine menschenmordende Schlafkrankheitsepidemie die Ursache dieses „entweder, oder", „hie Mensch hie Fliege". Es müssen also noch andere Gründe gesucht werden, denen zufolge dichte Bevölkerung mit Glossinen eine dichte Bevölkerung mit Menschen meist ausschließt.

Ist nun die Fliege in der Lage, den Menschen zu vertreiben und die Gegend zur Einöde zu machen oder ist die Fliege ein Tier der Einöde, welche vor der Kultur weicht und daher die unbesiedelten Räume einnimmt? Keine von beiden Alternativen ist ganz verkehrt. Um aber alle diese Rätsel zu lösen, müssen die Artunterschiede der Tsetsefliegen herangezogen werden.

Unter den ungefähr 20 Glossinenarten (ohne die Unterarten), welche man heute kennt, kann man eine zentrale und westliche Gruppe und eine nördliche und östliche unterscheiden. Die letztere umfaßt in der Verbreitung ihrer Arten, unter denen *Glossina morsitans* die wichtigste ist, fast hufeisenförmig die erstere, in der *Glossina palpalis* gewissermaßen die führende Form ist. Diese verbreitet sich an der Nordküste des Guineagolfes durch das ganze Kongogebiet bis in die Region der großen Seen. An ihren Rändern überdecken sich strichweise beide Gruppen. Bestimmt wird die Verbreitung durch die meteorologischen Gegebenheiten des Landes.

Vergleiche der Semmelhackschen Niederschlagskarten mit der der Glossinen zeigen weitgehende Übereinstimmung. Selbst der Vorstoß trockeneren Klimas nach Süden an der Nigermündung findet eine Analogie auf der Karte der Glossinen. Den vielmonatigen Regen folgt die Verbreitung des tropischen Regenwaldes, auch Guineawald genannt, obwohl er von der Guineaküste bis ins Gebiet der großen Seen nach Osten durchstößt.

In das Verbreitungsgebiet der *Gl. palpalis* fällt das der Mehrzahl der Arten der *Austenina*-Gruppe und der *Nemorhina*-Gruppe. Ausnahmen bilden nur aus ersterer *Gl. brevipalpis*, die als Waldform weit durch den Osten verbreitet ist und *Gl. longipennis*. Sie hat sich, im Gegensatz zum sonst hygrophilen Charakter dieser Untergattung, im Nordosten des Glossinengebietes an die extremsten Trockenverhältnisse angepaßt, unter denen überhaupt Glossinen gefunden werden. Aus der *Glossina*-Gruppe ist nur eine einzige, *longipalpis*, im Westen eine Charakterform des lichteren, wenn auch feuchteren Waldes. Alle anderen sind, östlich oder nördlich an die trockenen oder halbtrockenen Gebiete gebunden, deutlich xerophil. Die *Nemorhina- (palpalis-)* Gruppe ist ausschließlich westlich bis auf *Gl. austeni*, die in feuchten Wäldern an der Ostküste gefunden wird und scheinbar den Menschen wenig angreift. Die Untergattung *Nemorhina* hat nur in der Art *tachinoides* eine xerophile Form entwickelt, die im Norden Westafrikas das Randgebiet des Glossinenbereiches gegen die Wüste zu einnimmt. Diese xerophile Art zeigt im Gegensatz zu den meisten Untergattungsgenossen die Glossinenzeichnung auf dem Hinterleib wieder besonders schön und kontrastreich.

Es mag hier erlaubt sein, vom Tatsächlichen und Praktischen einmal die Gedanken spazieren gehen zu lassen zu phylogenetischen Hypothesen. Im ganzen entspricht die eben geschilderte Verteilung der Glossinenarten durchaus der Beobachtung, daß sehr oft die Formen der trockeneren Gebiete heller und kontrastreicher sind als die dunkleren oder verwaschener gezeichneten nächsten Verwandten feuchter Gebiete. Bei solchen kleinen Tieren läßt sich, wie ich 1938 [1]) zu begründen suchte, leicht ein Vorteil dieser Sachlage darin finden, daß auch die Unterlagen, auf denen die Tiere sitzen und sich, wie z. B. die Glossinen, versteckt halten, so die rissigen Rinden von Bäumen usw., wenn trocken, heller und kontrastreich gesprenkelt zu sein pflegen, während dieselben Dinge, sobald feucht, kontrastarm und dunkler werden. Gerade die Kontrastarmut scheint

[1]) Schriften der Entomologischen Gesellschaft Halle.

bei der in der Formenmehrheit und daher vielleicht phyletisch zuerst in feuchten Gebieten lebenden *Austenina*-Gruppe fest geprägt zu sein. Das Kontrastgen scheint hier in dem Maße verlorengegangen, daß es selbst bei der Halbwüstenform der *longipennis* nicht wieder auftritt. Diese nimmt wohl, wie so viele Tiere ihres Biotops, die gelbbraune Grundfärbung an, bleibt aber verwaschen. Die Formen der Untergattung *Glossina* als Formen lichterer und trockenerer Gebiete behalten alle die kontrastreiche, klare Zeichnung bei, während in der *Nemorhina*-Gruppe einige Arten wohl verdunkelt sind, aber die Anlage zum Kontrast beibehalten haben, so daß die dunklen Flecke, von helleren Säumen umrandet, bei auch nur mäßiger Aufmerksamkeit noch deutlich zu erkennen sind. Nur die *Gl. tachinoides* ist als eine abgezweigte Trockenform im ganzen wieder aufgehellt, hat aber die für die Gruppe typischen oben ganz dunklen Hinterfüße noch behalten. Diese Überlegungen zur Phylogenie weisen darauf hin, daß eine Gattung sich auf Grund von Biotopbedingungen wie Schatten und Licht, feucht und trocken in Grundrichtungen differenziert haben wird. Aus ihnen sind dann offenbar einzelne Zweige durch Rücksiedlung in andere Biotope, die eigentlich für einen anderen Zweig angemessen sind, Rückwandlungen der Zeichnung und des Gesamttons in Richtung eines anderen Zweiges unterlegen. Das heißt allgemein: Phyletische Zweige der Tierwelt erobern Gebiete, passen sich ihren besonderen Lebensbedingungen an, bleiben aber nicht in ihnen gefangen, sondern dringen wieder in andere Verhältnisse ein oder rückläufig in alte Stammesgebiete zurück und ändern sich dann weiter oder auch rückläufig. Also: die Verbreitung der phyletischen Zweige macht dauernd Zickzackkurse und aus diesem Grunde bewirken die Anpassungen dauernd stammesgeschichtliche Zickzackkurse. Doch das alles nur am Rande.

Wesentlich für die Gesamtlage ist nun, daß die Glossinen der *palpalis*-Gruppe, vor allem diese Art selbst und *Gl. tachinoides*, stark polyphag sind, z. B. auch Kaltblüterblut gern nehmen und dabei gut gedeihen, aber auch den Menschen sehr gern stechen. Durch letzteres werden sie ausgezeichnete Überträger der Schlafkrankheit. Die Formen der Ostgruppe dagegen — das gilt schon für *morsitans* und noch mehr für andere — stechen den Menschen offenbar keineswegs gern, vielfach offenbar nur, wenn sie sehr hungrig sind. Ihre Hauptnahrung sind Huftiere, also vor allem das Großwild, die Antilopen, aber auch Vieh. So sind sie durchaus mäßige Überträger der Schlafkrankheit, aber starke Überträger von Viehseuchen. Letzteres sind allerdings offenbar auch die Westformen, wie *palpalis* und *tachinoides*, trotz des Glaubens mancher Stämme, letztere sei dem Vieh verhältnismäßig ungefährlich. Im Osten entnimmt nur die geographisch sehr eng begrenzte *Gl. swynnertoni* ihre Nahrung offenbar gern dem Menschen. In ihrem Gebiet finden sich denn auch unangenehme Vorkommnisse von Schlafkrankheit. Die Arten *brevipalpis* und *pallidipes* sind ganz überwiegend Säugetierfliegen, die offenbar den Menschen nur in der Not angehen. Für die Viehseuchen spielen sie eine große Rolle.

Nach dieser Übersicht über die Artunterschiede der Glossinen versteht man, warum jenseits des *palpalis*-Gebietes nach Osten die Bedeutung der menschlichen Schlafkrankheit so erheblich abnimmt, nicht dagegen die Bedeutung der Viehseuchen. Ja, hier sieht man betrübt, daß trotz aller Abwehrmaßnahmen, die Nagana immer weiter vordringen. Im Schinjangadistrikt treffen wir heute an manchen Stellen auf dichten Busch, wo vor einiger Zeit noch blühende Dörfer gestanden haben. In

diesen Trockengebieten mit ihrer xerophytischen Vegetation wird aus Vegetabilienbau nur wenig landwirtschaftlicher Ertrag gewonnen. Die herrschenden Völker sind Viehzüchter, deren Reichtum in ihren Herden besteht. Wenn die Nagana in diese einbricht, so beginnt das große Sterben, die Leute verarmen, verhungern oder ziehen mit ihrem Vieh in gesunde Gegenden. Voraussetzung zu diesem Ergebnis ist das Auftreten der Zungenfliegen und hier hat die Beobachtung der letzten Jahrzehnte gezeigt, daß die Arten *Gl. morsitans* und *swynnertoni* auf gewaltigen Fronten in unaufhörlichem Vorrücken sind, die Herden angreifen, durch Seuchen dezimieren und die Gegenden der Wildnis und dem Großwild zurückgeben. Das heißt, die Fliege ist in der Lage, im Angriff auf die menschliche Kultur diese zurückzudrängen und die ihr selbst gemäße Lebensgemeinschaft der Wildnis wieder herzustellen.

Als erstes beweisen also die Tatsachen, daß die Übereinstimmung von „Fliegengürtel" und Menschenleere kausal durch die Wirkung der Fliegen selbst begründet und geschaffen ist. Es zeigt sich hier nun der interessante Punkt, der auch für die Menschen gültig ist und den wir als Biologen kennen, daß kein Angriff auf den Bestand einer Lebensform so wirksam ist, wie die Entziehung notwendiger Lebensbedingungen. Die zahllosen Todesfälle durch Schlafkrankheit können durch Geburten wieder ausgeglichen werden. Der Mangel an Ernährungsmöglichkeit durch den Viehverlust dagegen auf keine andere Weise als durch die Flucht in Gebiete, wo wieder Viehhaltung möglich ist.

(Warum gehen die Viehzüchter nun nicht einfach zum Ackerbau über oder zum Gartenbau? Diese Frage liegt in unserem durch reiche Rassenmischung zerkreuzten Europa sehr nahe. Bei den Völkern jener Gegenden hat man aber durchaus noch den Eindruck, daß, wie auch sonst in der Natur, die Art des Nahrungserwerbs eines der großen differenzierenden Momente der Rassen gewesen ist. Daß mithin einer jeden Rasse, wie sie einem bestimmten Volksbestandteil zugrunde liegt, eine gewisse Ernährungsart und eine bestimmte Art der Nahrungsbeschaffung gemäß ist, eine andere nicht gemäß ist, daß mithin die rassische Existenz des Viehzüchterstammes gefährdet wird, sobald die ihm gemäße Lebensweise unmöglich wird. Abgesehen davon eignen sich aber die Gebiete der Ostglossinen mit ihren ausgesprochenen Trockenzeiten lange nicht in dem Maße zum Garten- oder Ackerbau wie die regenreichen Gebiete des Westens. Diese hier kurz skizzierte Erwägung hat auch über Ostafrika hinaus Parallelen und meiner Meinung rassenpolitisch sehr wichtige Konsequenzen, an denen man bisher vorüberging.)

Im feuchten Westen hat man überwiegend Ackerbau und Gartenbau. Die Viehzucht, wo sie überhaupt mit keinem zähen, wenig produktiven Vieh betrieben wird, ist unbedeutend. Die Treibkraft des Bodens ermöglicht einer Landbaubevölkerung ein dichtes Vorkommen. Die Seuche allein bringt wohl hier oder da einmal ein Dorf an den Rand des Unterganges, aber die Bevölkerung regeneriert sich mit

großer Triebkraft. Diesen Tatsachen gegenüber verstehen wir jetzt das Paradoxe, daß der Landwirt sich so oft über ein krankes Pferd oder Rind mehr aufregt, als um ein krankes Kind, daß die Menschen ihre Gesundheit über ihren Nahrungserwerb oft so rücksichtslos vernachlässigen, daß der deutsche Wolgabauer zum Teil sich lieber dem Tod des Verhungerns aussetzte, als daß er, in der Not des Winters nach der großen Dürre und Mißernte das Saatkorn der für sein Steppengebiet allein geeigneten Weizensorte angegriffen hätte.

Die englischen Gegenmaßnahmen bestehen nicht selten darin, die Bevölkerung der ins Tsetsegebiet geratenen Dörfer einfach auszusiedeln und ihnen anderswo im noch freien Gebiet neues Land zuzuweisen, d. h. im Rückzug vor der Seuche und der Fliege, die so Quadratmeile auf Quadratmeile erobern. Daneben werden umfassende Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Zungenfliegen eingeleitet, meist aber mit dem für die Engländer typischen „zu spät" und mit zu geringen Mitteln.

So rückt die Seuche also Jahr für Jahr Meile um Meile vor und verwandelt langsam aber stetig besiedeltes Land in Einöde. Diese Erscheinung trifft nicht nur auf Deutsch-Südost zu, sondern findet sich ebenso in beiden Rhodesien und Nyassaland. Es ist das einer der ganz merkwürdigen Unterschiede in der Lage der Glossinen- und Trypanosomenverhältnisse im Osten einer-, im Westen und Norden andererseits. Während dort Seuchen und Fliegen in Bewegung sind, herrscht hier Ruhe.

Das hat seine Gründe in der Vergangenheit und hängt ab von den verschiedenen Ernährungsverhältnissen der Arten. Die der *morsitans*-Gruppe sind, wie gesagt, auf Säugetierblut zur Ernährung angewiesen, größtenteils auf das Großwild oder Vieh. Nur mit Vogelblut ernährt, gebären die *morsitans* kleinere Larven und, mit Reptilienblut genährt, überhaupt kaum entwicklungsfähige Larven. Dagegen können die *palpalis* und *tachinoides* starke Populationen auf Vögel (z. B. Kormorane, Zumpt) oder Varane bzw. Krokodile stützen.

Als daher im Jahre 1896 die große Rinderpestepidemie nicht nur das Vieh, sondern auch das Großwild Afrikas in ungeheurem Umfang minderte, ja gegendweise geradezu ausrottete, bedeutete das für die Glossinen der *morsitans*-Gruppe eine Katastrophe. Aus gewaltigen Gebieten, in denen sie vorher vorkam, ist *Gl. morsitans* damals verschwunden und mit ihr die Nagana. Einst, vor 100 Jahren, kamen beide selbst in Transvaal vor. Wahrscheinlich haben bei diesem großen Rückzug der Glossinen gerade im südlichsten Teil ihres Verbreitungsgebietes noch Kulturfaktoren mitgewirkt. Die rasche Rückwärtsbewegung der Art in den neunziger Jahren steht aber außer Zweifel. Langsam wird anscheinend jetzt das inzwischen mit Vieh und Wild wieder aufgestockte Gebiet zurückerobert, langsam, weil die Glossinen stark am Orte hängen und in Ausbreitungsfähigkeit von manchen viel schwächeren Fliegern daher weit übertroffen werden. Sie haben einen „homing instinct" sagt der Engländer. Weit sind sie noch von ihren

einstigen Südgrenzen entfernt, und so ist zu fürchten, daß ihr Vormarsch noch viele Jahre andauern und weite Landstrecken ihrem furchtbaren Einfluß unterwerfen wird.

Für *palpalis* und *tachinoides* kommt schon wegen ihrer größeren ökologischen Valenz (Ernährungsbreite) eine solche Katastrophe gar nicht in Frage. Ihr Gebiet ist von der Rinderpest nicht erheblich beeinflußt und die wahrscheinlich uralten stabilen Verhältnisse Westafrikas sind nicht gestört.

Es ist kein Wunder, daß die Engländer sich unter Einsatz zahlreicher Entomologen energisch dieser Entwicklung im Osten zur Wehr zu setzen suchten, das ist aber keineswegs einfach. Die Tsetsefliegen sich selbst zu überlassen und alles auf die Behandlung des Erkrankten abzustellen, geht wohl im Westen, wo überwiegend Menschen in Frage kommen. Im Osten, wo die Viehseuche das Entscheidende ist, geht das nicht. Denn weder ist der Christ überzeugt, daß er keine Aufwendung scheuen dürfte, um den schutzbefohlenen Stämmen ihr Vieh und auf diesem Umwege ihre Existenz zu retten — wären sie selbst krank, ja, dann wäre es etwas anderes — noch sind die Mengen von Heilmitteln, die Zahl von Veterinären und Hilfspersonal erschwinglich, die ein solches Vorgehen erfordern würde. Schließlich ist bezüglich der Viehhaltung auch die Nagana + Zungenfliege nicht das einzige Problem des Ostens. So muß der Fliege der Krieg erklärt werden, er ist auch erklärt, aber leider bisher nicht mit befriedigendem Erfolg. Nicht Siege, Rückzüge hat es gegeben.

Die Bekämpfung der Tsetsefliegen ist recht schwierig. Zwar hat die direkte Vernichtung der Schädlinge durch Fang mit dem Netz, Fallen für Erwachsene und Larven bei diesen Tieren ausnahmsweise Erfolge gezeigt, was man leicht versteht, wenn man an ihre geringe Geburtenzahl denkt, die durchschnittlich auf kaum 10, um eine Größenordnung zu geben, geschätzt wird. Trotzdem sind, wo überhaupt, Erfolge mit dieser Maßnahme nur mühsam und unter Zuhilfenahme weiterer Verfahren errungen. Der Glossinenfang gestaltet sich heute mit der ihm zugrunde liegenden Lehre von der Sinnesphysiologie, man möchte fast sagen Psychologie der Glossinen und ihrer Artunterschiede auf diesem Gebiete, zu einem eigenen kleinen Wissensgebiet, auf das hier nicht näher eingegangen werden soll.

Greift man die Glossinen an ihren wichtigsten Lebensbedingungen an, so bieten sich dafür 1. das Schutzbedürfnis der Erwachsenen und Tönnchen gegen Hitze, direkte Besonnung und Dürre, 2. das Nahrungsbedürfnis, worauf ja schon der „Erfolg“ der Rinderpest hingewiesen hatte.

Bezüglich des Schutzes liegen wiederum die Verhältnisse im feuchten Westen und in den Trockengebieten recht verschieden. Dort ist er meist reichlich vorhanden, hier wohl auch in der feuchten Jahreszeit reichlich, in der trockenen nur auf sehr beschränkten Räumen. So wechselt ja auch die Glossinenbevölkerung besonders bei den relativ

xerophilen Ost- und Nordformen in ihrer Ausbreitung gewaltig zwischen Regen- und Trockenzeit. Während dieser zieht sie sich aus weiten Gebieten zurück und beschränkt sich auf sogenannte Zentren, in denen an Gewässern oder über relativ hochstehendem Grundwasser immergrüne Gewächse Schutz und für Wild Nahrung bieten, wo also auch in der Dürre Schutz und Nahrung sind. Kaum irgendwo wird das Wort von der „wandernden Welt" so sehr Wahrheit, wie in den weiten, niederschlagärmeren Gebieten der heißen Zone. Hier nomadisieren nicht nur die Menschen noch seit Urzeiten, sondern auch Vieh, Wild und selbst Fliegen. Ob die temperierten Gestade des Meeres jemals von Nomaden bewohnt gewesen sind, muß wohl bei einem etwas größeren Überblick über die Welt des Lebens stark in Frage gezogen werden, und die Vorstellung, daß ursprünglich alle Völker Nomaden gewesen seien, gehört wohl in das Reich der vielen unglücklichen Spekulationen der Prähistorie.

So bietet sich scheinbar sofort ein Mittel zur Ausrottung der Glossinen im Kahlschlag dieser Zentren, und, wo man das vermeiden möchte, wenigstens im Entfernen der immergrünen oder sehr lange grünen Hölzer. Leider aber würde man damit den Aufschlag der wertvollsten Nutzbäume treffen, so daß es forstwirtschaftlich untunlich ist.

Um während der Regenzeit das Vorrücken der Glossinen in die kultivierten Gegenden zu verhindern, hat man weite Kahlschläge ausgeführt. So sind um Ortschaften Schutzgürtel abgeholzt mit der Absicht, daß diese von den Zungenfliegen nicht durchwandert werden könnten. Solche Schutzstreifen um Dörfer wollen sauber gehalten werden, sonst wirken sie nicht. Anbau von Baumwolle usw. sorgt dafür. Es ist aber ein verdammt zähes Ringen, und es ist vorgekommen, daß trotz gewaltiger Anstrengungen kurz, ehe die einzelnen Kahlstreifen sich zum gemeinsamen Schutzstreifen vereinigten, die Fliege heran und zwischen ihnen durchgebrochen war, so daß alle Arbeit umsonst war.

Bei der Schnelligkeit, mit der die tropischen Regen der Regenzeit und die Winde der Trockenzeit die Humus- und Verwitterungsdecke der Tropenböden wegschwemmen oder -wehen, sobald sie nicht durch ausreichende Vegetation gesichert sind, kann der Kahlschlag nicht nur seiner Kosten wegen, sondern auch wirtschaftlicher Bedenken wegen nur in sehr vorsichtig erwogenem Ausmaße zur Anwendung kommen.

Im Gebiet der *palpalis* und *tachinoides* liegen diese Dinge insofern ganz anders, als beide Arten sich meist eng an Flüsse und Wasserläufe binden, von ihnen nur wenige hundert Meter landeinwärts sich auszubreiten pflegen, wenn auch während der Regenzeit erhebliche Ausnahmen vorkommen. Es hat oft genügt, an den Wasserläufen entlang Schutzstreifen von einigen hundert Metern Länge kahl zu schlagen und von schattender Vegetation freizuhalten, um darin eine Verbreitungssperre für diese Fliegen zu haben. Wasserstellen, Furten, Dampferanlegestellen, Fischereiplätze, früher die regelmäßigen Stätten der

Schlafkrankheitsinfektion, lassen sich auf diese Weise ungefährlich machen. Gewiß ist auch dabei einiges Bedenkliche, so der Wegfall der Festigung von Flußufern und anderem. Aber diese Dinge sind nicht so schwerwiegend wie der flächenhafte Abtrieb des Waldes es im *morsitans*-Gebiet sein würde. In der Tat hat man hier und da mit diesen Mitteln guten Erfolg gehabt, so schon unsere eigene Verwaltung einst am Viktoriasee.

Noch weit verschiedener ist das Bild, das im Osten und Westen der Weg des Nahrungsentzuges gegen die Zungenfliege zeigt. Im Westen gegen *palpalis* und *tachinoides*, die ja gar nicht auf das Wild allein angewiesen sind, kann ein verstärkter Wildabschuß nicht zu einer merklichen Minderung der Fliegen führen. Es ist eine schöne Übereinstimmung, daß diese Arten, die sich in ihrer Schattensuche so erheblich an die Flüsse binden, die ihre Puppenruhe gern in Sanden der Flußufer und -betten durchmachen, auch in den flußbewohnenden Wirbeltieren Nahrung finden.

Die von den Flüssen oft völlig emanzipierten *Gl. morsitans* dagegen sind in der Tat auf das Wild angewiesen. Es gehört zu den großen Seltenheiten, wenn man auf dichtere Kolonien von ihnen in Abwesenheit von reichlich Großwild trifft. Daß sie sich auch eine Zeitlang an kleinen Antilopen erhalten können, ist sicher. Wahrscheinlich sogar an Affen. Aber ein allmählicher Rückgang des Bestandes bis zum Schwunde scheint dann unvermeidlich. So hat sich die Forderung des Wildabschusses erhoben, andererseits aber auch sofort die Jagdinteressenten auf den Plan gerufen.

Während nun im Gebiet der *Glossina palpalis* und *tachinoides* schmale Entbuschungsstreifen an Rändern und Flußläufen in Rücksicht auf die Schlafkrankheit recht nette Erfolge gebracht haben und in diesen Gebieten niemand einem Wildabschuß im großen das Wort redet, scheint es leider im Osten anders zu liegen. Hier hat nach den bisher vorliegenden Berichten allein eine Zurückdrängung des Wildes von den gefährdeten Farmen und eine Verminderung des Bestandes an Großwild erheblichen Nutzen gebracht. Auch erscheint diese Maßnahme mit vernünftigen Aufwendungen ausführbar und richtig durchgeführt von keinen wirtschaftlichen Nachteilen begleitet zu sein. Ja die in letzterer Zeit besonders starke Ausbreitungsneigung der Glossinen und mit ihnen der Nagana, die dazu führt, daß trotz des Bedarfs an neuen Farmen in Rhodesien alte verlassen werden und veröden, wird übertriebenem Wildschutz, teils aus naturschützerischen Gesichtspunkten, teils auf Einfluß reicher Jagdliebhaber zur Last gelegt. Die Klagen über Wildschäden mehren sich. Der Bevölkerungsdruck des zu dicht stehenden Wildes gegen das Farmland, seine Dreistigkeit infolge der übertriebenen Schonung sind offenbar nicht aus der Luft gegriffen und als Folge des zu geringen Abschusses anzusehen. Unter dem Bevölkerungsdruck des übervermehrten Wildes rücken die Rudel immer näher an die Farmen, und mit ihnen die Fliegen. Dazu kommt,

daß das Wild selbst Träger der Naganaerreger, des *Trypanosoma brucei* sein kann, oft ohne im mindesten „krank“ zu sein. Daher sind die Wildrudel oft schon von infizierten Glossinen begleitet. Wenn sie dann auf Glossinenflugweite an die Herden herangekommen sind, werden diese von den Fliegen angeflogen, die sofort durch ihren Stich die Seuchenerreger einimpfen und die ersten Fälle des Viehsterbens erzeugen.

Es ist leider in diesen Dingen keine Sentimentalität am Platze. Wo gerade in Gebieten, in denen der Europäer noch farmen kann, Farmen entstehen und blühen sollen, ist im *Gl. morsitans*-Gebiet kein erheblicher Wildbestand tragbar. Der Konflikt zwischen Jagdinteressen und Landwirtschaft hat auch anderswo bestanden. Im Mittelalter hörten die Klagen der Bauern über diesen Punkt nicht auf und wurden ein wichtiger Antrieb zu den Konflikten zwischen Bauern und Rittern. Es wird sich nicht umgehen lassen, daß auch in Ostafrika eine Planung dem Wild sein Bereich, den Farmern das ihre zuweist und ein vernünftiger Abschuß muß dafür sorgen, daß aus der Nähe der Farmbereiche das Wild vergrämt wird und damit tsetsefreie Sicherungsgürtel um die Farmen geschaffen werden.

Dieses bedauerliche Problem besteht im Westen Afrikas nicht, weil die Lebensweise der dort heimischen Glossinenarten einen ganz anderen geschichtlichen Verlauf der Trypanosomiasen bedingt hat und für den Augenblick ganz andere innere Zusammenhänge der Dinge begründet als im Osten.

Im Westen ist die Glossinengrenze und damit die Grenze zwischen Ackerbauern und Viehzüchtern festgeblieben. In weiten Gebieten fehlt die Viehhaltung fast ganz oder ist auf kleine wirtschaftlich wenig brauchbare aber widerstandsfähige Schläge beschränkt. An diesem Zustande ändert sich nichts. Ausnahmsweise kann es im Osten ähnlich sein. Wo noch im Nyassaland Stämme aus Tradition an der alten reinen Gartenwirtschaft festgehalten haben und nach der Rinderpest und dem Verschwinden der Glossinen keine Viehzucht eingedrungen ist, entsteht heute beim Vorrücken der Glossinen auch kein Problem.

Es mag zum Schluß noch darauf hingewiesen werden, daß für die besonders viehfeindliche *G. morsitans,* vielleicht die Verhältnisse auch nicht immer so günstig gewesen sind wie heute. Zeigt sich doch, daß die Grasbrände, welche die viehzüchtenden Stämme veranstalten, eine Lage schaffen, die sich sowohl durch eine abgeänderte Grasbrandform als durch Verbot des Grasbrandes erheblich verbessern läßt. Die ursächlichen Zusammenhänge dieser Dinge sind leider noch nicht genügend erforscht. Vielleicht sind es da weniger unbelebte Einflüsse als die lebendigen Widerstände der Natur, die natürlichen Feinde der Glossinen, über die der Zusammenhang zwischen Grasbrandverfahren und Glossinenhäufigkeit geht. Jedenfalls ist das heutige Gesicht von Deutsch-Ost, das den Tsetsen so gut gefällt, nicht durchaus ursprünglich. Wieweit aber die Verschiebung von Stämmen verschiedener

Lebensweise dieses Gesicht verändert hat und damit die Geographie der Zungenfliegen bestimmt und das geomedizinische Bild einschließlich der veterinären Belange gestaltet hat, und wie diese damit wieder ihrerseits die Völkerverteilung beeinflußt haben mögen, das sind ebenso reizvolle wie vorläufig ungeklärte Fragen.

Ich bedauere hier mit diesen Ausführungen schließen zu müssen, die sich nach den verschiedensten Seiten noch weiter ausführen lassen würden. Fast am Ende jedes Absatzes möchte man in die Erörterung einer anschließenden Reihe von Beobachtungen und Folgerungen eintreten. Auch ist das reiche Material über die Zusammenhänge von Wärme, Sättigungsdefizit und Jahreszeit mit Glossinenhäufigkeit, -ausbreitung und -lebhaftigkeit nicht mit herangezogen, das besonders englische Forscher in sorgfältigster Arbeit ermittelt haben. Diese geben uns nicht nur die klimatischen und mikroklimatischen Messungen in der Umwelt der Zungenfliegen, sondern haben auch die kritischen Wärmepunkte für verschiedene Arten ermittelt und so an der Hand des Versuchs die sorgfältigen Beobachtungen in der Natur zu deuten gesucht. Gar manche dieser Beobachtungen verdienen eine weitergehende Beachtung über die praktischen Folgerungen hinaus. So hat sich gezeigt, daß mit steigender Hitze bei einigen Glossinen eine ausgesprochene negative Phototaxis zutage tritt und zunimmt. Dieser Phototaxis danken es die Glossinen, daß sie in der für sie schwersten Zeit der größten Hitze in der Natur die kleinstklimatisch bevorzugten, d. h. kühlsten Plätze finden, die ihnen noch ein Ausdauern ermöglichen [1]). Die Wichtigkeit der Klein- und Kleinstklimaforschung in der Bioklimatologie wird durch solche Ergebnisse unterstrichen, welche andererseits verstehen lassen, warum bestimmte Waldformen oder Wälder auf bestimmten Böden in den so schlechten Zeiten den Fliegen ein Rückzugsgebiet sein können, andere nicht. Aber immer wieder steht die Frage nach den Ursachen der Seuchenverbreitung und nach der Möglichkeit ihrer Eindämmung durch die Verschlechterung der Bedingungen für die Glossinen dahinter.

Besonders fesselnd ist dabei der Kampf um geeignete quantitative Verfahren zur Bestimmung der Glossinenhäufigkeit. Die Schwierigkeiten und Fehlerquellen, mit denen sie zu kämpfen haben und die Vorsicht, die bei der Auswertung dieser Ergebnisse erforderlich ist, sind erheblich. Denn schließlich bedeutet e i n e Tsetsefliege noch keine Seuchengefahr weder für Mensch noch für Vieh. Wie der Forstmann weiß, daß die Waldverderber nur dann praktisch wichtig werden, wenn sie bestimmte Schwellenwerte der Häufigkeit überschreiten, so weiß der Arzt, daß dasselbe für die sanitären Schädlinge gilt. Beide wissen,

[1]) Schade, daß das Wort Allegorie schon vergeben ist. Es besagt ja *ἄλλα μεν νοεί, αλλα δε αγορα'*. Man meint das eine und sagt das andere. Sonst könnte man es auf diesen sozusagen der Natur ganz geläufigen Kunstgriff anwenden. In solchen Verhältnissen läßt sie das Tier auf e i n e n Sinnesreiz ansprechen, gemeint sind aber ganz a n d e r e mit ihm gewöhnlich korrelierte lebenswichtige Verhältnisse. Sie sagt gewissermaßen dunkel und meint kühl.

daß es hier Schwellenwerte gibt. Das allein macht das Mühen um brauchbare quantitative Methoden schon verständlich, abgesehen von den tiefen Einblicken, welche dieselben in die Biologie dieser interessanten Fliegengruppe erlauben. Aber wie gesagt, das alles würde den hier gesteckten Raum weit überschreiten.

Was hier allein einem größeren Kreise deutscher Fachleute gezeigt werden sollte, ist die Tatsache, daß auch bei der Schlafkrankheit erst das Eingehen in die feinsten Unterschiede zwischen den Arten und das sorgfältige Studium der Physiologie und Ökologie jeder einzelnen, ein Eindringen in die Zusammenhänge gesundheitlicher und wirtschaftlicher Kalamitäten bis zu der Tiefe erlaubt, wo es anfängt, für die Beurteilung der praktisch möglichen und erforderlichen Dinge die nötigen Unterlagen zu schaffen. Es scheint mir eine solche Zusammenfassung des an verschiedenen Stellen der Literatur einzeln über Systematik und Biologie Mitgeteilten unter einige einheitliche größere Gesichtspunkte an diesem Platze angemessen zur Feier unseres Karl Escherich, der selbst mit gleicher Liebe der Morphologie und Systematik zugetan ist wie der physiologischen und ökologischen Forschung und seine Freude hat an den großen Gesichtspunkten, welche Synthese aus der Fülle der Einzeldaten schafft, und dem Nutzen, welcher im praktischen Kampf gegen die Schädlinge aus solcher Beschäftigung entspringt.

Das heutige Verhältnis Anopheles-Tier-Mensch in Mitteleuropa

Von

Julius Komárek und **Václav Breindl,** Prag

Der Anophelismus mit und ohne Malaria wurde in den letzten Jahren mit der Entdeckung der verschiedenen Rassen des *Anopheles maculipennis* verknüpft, wobei man versucht hatte, das Vorkommen oder den Schwund der Malaria nach Roubaud's Vorschlag durch zoophiles oder anthropophiles Verhalten der einzelnen Rassen zu erklären.

Anopheles maculipennis typicus soll als ausgesprochener Tierbesucher gelten, *A. maculipennis elutus* und *labranchiae* sind im europäischen Süden anthropophil, *A. maculipennis messeae* ist gegenüber *A. maculipennis atroparvus,* der zeitweise anthropophil sein soll, mehr zoophil.

Auch diese Erklärung des Anophelismus mit oder ohne Malaria scheint bloß theoretisch ausgeklügelt zu sein, weil man eine Abneigung bzw. Zuneigung für Menschenblut bei den Rassen experimentell nicht nachweisen kann.

Die in Mitteleuropa herrschende Erscheinung des Anophelismus ohne Malaria könnte durch das Fehlen der südlichen anthropophilen Rassen *elutus* und *labranchiae* erklärt werden, würden nicht Angaben vorliegen, daß in gewissen Gegenden Mitteleuropas noch vor etwa einem oder zwei Menschenaltern das Sumpffieber als endemische Erkrankung allgemein bekannt war.

Wir haben im vergangenen Jahre die Verbreitung der Anopheles Rassen in Böhmen und Mähren studiert und mußten, weil laut alten Angaben der Verdacht über Malariavorkommen in gewissen Flußniederungen vorlag, auch die Biologie der Malariamücken näher untersuchen.

Wir stellten fest, daß in den genannten Ländern als mögliche Malariaüberträger folgende Rassen vorkommen und folgende Verbreitung besitzen:

Anopheles m. typicus — vereinzelt im ganzen Gebiete, häufiger im Hügellande als in den Niederungen.

Anopheles m. messeae — massenhaft im Vorsommer und im Sommer in wasserreichen Ebenen oder Flußniederungen.

Anopheles bifurcatus (claviger) — häufig im Spätsommer und Herbst, beschränkt auf Böhmen. Von den Tieflagen der Elbe und Moldau bis auf 900 m aufsteigend. In der Niederung der March in Mähren nicht gefunden.

Anopheles m. atroparvus wurde in dem untersuchten Gebiet nicht festgestellt.

Zoophilie oder Anthropophilie

Wir konnten uns durch Versuche überzeugen, daß ein Unterschied bezüglich der Vorliebe für tierisches oder menschliches Blut bei keiner der genannten Rassen oder Arten existiert. Weder *typicus* noch *messeae* oder *bifurcatus* machen bei Suche nach Nahrung einen Unterschied zwischen Mensch und Tier (Warmblütler).

Wir konnten diese Erscheinung an einem passenden Orte sehr gut studieren. In Südböhmen in der sehr wasserreichen Gegend bei Lnáře inmitten einer Reihe von Karpfenteichen besuchten wir die kleine hydrobiologische Station, deren Häuschen ganz einsam in unmittelbarer Nähe der Teiche, wo Milliarden von Anophelen brüteten, gelegen war. Dort siedelten wir uns an, um das Verhalten der Mücken zu beobachten. Etwa 1 km entfernt lag eine andere Ansiedlung, ein Försterhaus, wo neben dem Wohnhaus Stallungen samt Vieh standen. Das Haus der Station hatte überhaupt keine Haustiere.

Sobald wir abends die Fenster des Stationshauses öffneten, kamen die Anophelen scharenweise hereingeflogen, angezogen durch die Zimmerwärme. Einige stachen sogleich, andere setzten sich ruhig an den Wänden oder der Decke fest und suchten erst später in der Nacht an uns zu saugen. Die Mehrzahl dieser saugenden Anophelen, die wir einsammelten, bestand aus *Anopheles messeae.* Einzeln wurde auch *Anopheles typicus* gefangen; am seltensten war zu dieser Zeit (Anfang August) *Anopheles bifurcatus,* die nur in einem Falle saugend angetroffen wurde.

Wir beobachteten sodann das Verhalten der Mücken in der entfernten, ebenfalls einsam liegenden Försterei. Das Wohnhaus lag gegenüber dem Stall, wo Kühe standen und wo auch ein Knecht schlief. Das Wohnhaus war von den Anophelen spärlich besucht und nur bei offenen Fenstern drangen bei Nacht die Anophelen ein und flogen wieder hinaus. Altangesogene ruhende Exemplare wurden hier ebenfalls gefunden. Anders war es im gegenüberliegenden Stall. Hier wimmelte es von frisch- und altangesogenen Anophelen, fast ausschließlich der Rasse *messeae.* Die Weibchen ruhten bei Tag in Scharen in dunklen Ecken und an den Wänden. Hauptsächlich saugten sie an den Kühen, obwohl der Knecht auch angestochen wurde. Da Mensch und Tier wahllos angestochen wurden, ist anzunehmen, daß die Haupt-

anziehungskraft der Stallung für die Anophelen das Mikroklima dieses Ortes bildete.

Dieses Verhalten der Anophelen gegenüber den Kuhstallungen und den menschlichen Schlafzimmern wiederholt sich überall in allen Dörfern, wo die Ställe an Wohnräume anschließen. Der Stall wimmelt von Anophelen, die Wohnhäuser sind fast leer.

Die Ursache dieses abweichenden Verhaltens der Anophelen ist nicht das Blut bzw. die Ausdünstungen der Kühe im Stall, sondern die Hauptanziehungskraft bildet das Mikroklima des Stalles, das natürlich durch die Anwesenheit der wärme- und feuchtigkeitspendenden Kühe bedingt ist. Leere Stallungen werden von Anophelen gemieden. Sie gleichen dann im Mikroklima den menschlichen Wohnzimmern, die als Ruheplätze den Anophelen nicht passend erscheinen. Das oben genannte Haus der hydrobiologischen Station hatte keine andere Warmblütler als die Menschen. Die Anophelen, die in der Dunkelheit in das Schlafzimmer haufenweise einflogen, waren alle hungrig und wollten saugen. Sie kamen nicht um hier bloß zu ruhen, wie es in den Kuhstallungen der Fall war, wo die Mehrzahl der Tiere die alt angesogenen Weibchen bildeten, sondern kamen nur wegen Nahrung und entfernten sich schon in derselben Nacht oder suchten am nächsten Abend fortzukommen. Das gelüftete, wenig erwärmte Schlafzimmer mit weißen Wänden bildete für die Anophelen keinen Lieblingsaufenthalt zur Tagesruhe. Das Mikroklima des Schlafzimmers paßt in unseren Ländern der *Anopheles* nicht. Es fehlt hier an Wärme, Luftfeuchtigkeit und Schatten, die in fast idealer Zusammensetzung in den Stallungen der Kleinbauern am Lande zu finden sind.

In diesem Zusammenhang muß als interessant hervorgehoben werden, daß die modernen Stallungen der Großgrundbesitze von Anophelen leer sind. Dieselben sind sehr gut gelüftet, hoch, und weiß angestrichen. Trotzdem hier viele Kühe, Schweine oder Pferde stehen, liebt *Anopheles* diese Stallungen nicht und sammelt sich hier nie haufenweise an, wie sie es in den schmutzigen, nicht gelüfteten und sehr warmen Ställen der Kleinbauern zu Tausenden zu tun pflegt.

Bei der Suche nach Ruheplätzen werden in unseren Gegenden die Weibchen der Anophelen vom Klima und nicht vom Nahrungstrieb geleitet. Eine Zoophilie oder Anthropophilie existert bei den genannten Rassen und Arten nicht. Die Nahrungsquelle hängt mit den Ruheplätzen zusammen. An diesen werden wahllos Kühe, Pferde, Schweine, Geflügel und auch Menschen angestochen. Der Mensch wird dann angestochen, falls Viehstallungen nicht vorhanden sind.

Einfluß der menschlichen Siedlungen auf die Lebensweise des Anopheles

Menschliche Siedlungen üben seit langer Zeit lebenswichtigen Einfluß auf eine Reihe von Lebewesen. Viele Tiere haben sich der mensch-

lichen Hauswirtschaft vollkommen angepaßt, so daß sie aus der freien Natur verschwunden sind. Die Schabe, der Zuckergast, die Hausgrille und andere sind typische Beispiele für die Änderung der Lebensweise der Freilandtiere in halb domestizierte Geschöpfe.

Nach unserer Ansicht tritt diese Erscheinung im letzten Menschenalter auch bei den Anophelen (Imagines) auf. Sie schwinden aus der Natur und sammeln sich in menschlichen Wohnorten an. Ich will als Beispiel unsere Erfahrung anführen:

Im Überschwemmungsgebiet der March ziehen entlang des Flusses ausgedehnte Auwälder, die mit Wiesen abwechseln und von zahlreichen Wassergräben, Tümpeln und Kanälen durchzogen sind. Erst an den Böschungen, die die Marchniederung umrahmen, liegen die Dörfer.

Vergeblich würde man im Auwalde nach Anophelen, seien es Larven, Puppen oder Imagines, suchen. Man wird nur Tausende von Culiciden finden. Diese sind die wirklichen Bewohner der freien Natur. Die Anophelen *(typicus, messeae, bifurcatus)* finden sich darunter nicht, weil sie sich als Imagines alle in die Dorfstallungen gezogen haben und zur Fortpflanzung die Tümpel und Wasserlachen der nahen Umgebung der Dörfer benützen. Die halboffenen Kuh- oder Schweine- und Pferdestallungen sind die wahren Sammelstellen und Ruheplätze der Malariamücken, aus denen sie abends herausfliegen und wohin sie vor Tagesgrauen wieder zurückkehren, wo sie bei Tag Ruhe suchen und wo ihnen reiche Nahrung geboten wird.

Tatsächlich haben wir die Anophelenlarven nur unweit der Dörfer gefunden. Die große, mehrere Kilometer breite Marchniederung, obwohl sie ideale Brutplätze bot, war von Anophelen leer. Nur dort, wo in den Wäldern oder Wiesen ein Hegerhaus lag, konnte man in seiner Umgebung die Anophelenlarven wiederfinden.

Die Erfahrung bringt nichts Neues. Das Beispiel gibt bloß die allgemein bekannte Lebensweise der Malariamücke in den Kulturländern Europas wieder, wo intensive Bauernwirtschaft mit Viehzucht betrieben wird. *Anopheles* flüchtet in diesen Gegenden aus der Natur und folgt den menschlichen Dorfsiedlungen, die mehr und mehr ihren einzigen Wohnort bilden. Wir wollen das als fortschreitende Domestikation dieses Insektes bezeichnen. Die Ökologie der Malariamücke wird mit der menschlichen Ökologie der Bauernwirtschaft verknüpft. Menschliche Behausungen ohne Viehzucht, besser gesagt ohne Stallungen, werden gemieden. Der eigentliche Anziehungsort in den menschlichen Siedlungen sind die mikroklimatisch der Malariamücke besonders entsprechenden Bauten, wo das Vieh gehalten wird. Selbst dort müssen gewisse Vorbedingungen, die wir schon früher genannt haben, erfüllt sein. Ist der Stall gut gelüftet, sehr hell oder wenig warm, wird er gemieden, selbst wenn genügend Vieh anwesend ist. Die Nahrung scheint bei dieser Domestikation die Nebenrolle zu spielen. Die Hauptursachen der fortschreitenden Domestikation der Malariamücken in nördlichen Breiten sind in

erster Linie in physikalischen Gründen zu suchen: in Belichtung, Wärme, Feuchtigkeit und Luftruhe.

Die Folgen der Domestizierung

Es ist genügend bekannt, daß die Larven der Anophelen in unseren Gegenden fast überall Gelegenheit zur Entwicklung finden, so daß die Frage nach Malariaverbreitung nicht mit den Brutmöglichkeiten, sondern mit der Nahrungssuche der Weibchen verknüpft ist. Die von uns beobachteten Rassen und Arten saugen wahllos an ihnen leicht zugänglichen Warmblütlern. Wie wir oben hervorgehoben haben, wird der Mensch speziell nicht aufgesucht, wird aber auch nicht gemieden. Bei der gierigen Suche nach der Möglichkeit zu saugen, zeigen sich nun die Folgen der Domestizierung in Viehstallungen der Bauerngehöfte auf folgende Weise:

Ein frisch geschlüpftes *Anopheles*-Weibchen sucht die Nahrung mit Hilfe des Geruchssinnes. Weil es meist in der Umgebung des Dorfes schlüpft, folgt es den Ausdünstungen des Viehes, die selbst für den menschlichen Geruch eine weite Wirkung haben. Im Dorf oder auf dem Bauernhof angelangt, wird das suchende Weibchen bald durch Wärme und Ausdünstungen des Viehes in den Stall geleitet. Der Zutritt durch Fenster oder Türe bildet kein Hindernis und das Weibchen kann sich sättigen. Es kann geschehen, daß sich das suchende Weibchen zu den Wohnräumen verirrt. Es findet die Fenster der Schlafzimmer zur Nachtzeit fast immer geschlossen und das Mikroklima des Hauseinganges hat keine besondere Anziehungskraft. Das *Anopheles*-Weibchen wandert weiter bis es hier oder in der Nachbarschaft in einem Stall Nahrung oder einen passenden Ruheplatz gefunden hat.

In den Ställen sind auch viele Männchen zu finden, ein Beweis dafür, daß ein Teil der Anophelen diese Plätze nicht aus Nahrungsbedarf, sondern als Versteck während der Tagesstunden aufsucht. Dies gilt auch von den altangesogenen Weibchen. Die Viehställe wirken wie Wärmeschränke, die die Anophelen an sich locken und ihnen gleichzeitig Überschuß an Nahrung an dem Vieh, mit dem die Mücken bei Nacht den Lebensraum des Stalles teilen, bieten. Unter diesen Umständen verlieren die Anophelen immer mehr den Kontakt mit dem Menschen. Ein *Anopheles*-Weibchen, das sich im Viehstall angesiedelt hat, wird nur äußerst selten die Möglichkeit finden, am Menschen wiederholt zu saugen. Ohne zweimaliges Saugen, einmal auf einem Kranken, das zweite Mal an einer gesunden Person, kann die Malaria nicht übertragen werden.

Infolge der Domestizierung in den Stallungen saugt die *Anopheles* mehr und mehr tierisches Blut, zu dem sie leicht Zutritt findet. Tatsächlich ergaben frühere Blutuntersuchungen von vollangesogenen Weibchen, daß nur ein geringer Bruchteil derselben menschliches Blut genossen hatte. Damit Malaria in einer Gegend auftritt, muß *Anopheles* in bestimmtem Zeitraum wiederholt Menschen stechen, sonst geht die

Übertragungsmöglichkeit der Plasmodien verloren. Diese Möglichkeit wird durch die Domestizierung immer geringer und gleichzeitig damit schwindet die Plasmodienverbreitung unter den Anophelen.

Aus dem Weltkrieg kamen seinerzeit eine große Zahl schwerer Malariker nach Böhmen und Mähren zurück und später kehrten aus den Karpathengegenden viele Soldaten mit frisch infizierter Malaria nach Hause, so daß eine reiche Ansteckungsmöglichkeit der Anophelen mit Plasmodien gegeben war. Trotzdem konnten während der letzten 25 Jahre keine positiven Fälle einer Neuansteckung von Menschen mit Malaria festgestellt werden.

Auf die Folgen der Domestizierung der Anophelen in bezug auf die Verbreitung der Malaria in nördlichen Ländern hat Wesenberg-Lund (1921) in Dänemark und Komárek (1922) in der Slowakei aufmerksam gemacht. Durch die bald darauf aufgeworfene Frage der verschiedenen Rassen der *Anopheles maculipennis* und ihrer abweichenden Biologie, wurde das Interesse der Entomologen dorthin gelenkt. Ein grundsätzlich unterschiedliches Verhalten der entdeckten Rassen gegenüber dem Menschen konnte nicht festgestellt werden. Das Problem des Anophelismus mit oder ohne Malaria wurde mit Entdeckung der Rassen nicht gelöst.

Es scheint deshalb, daß es doch nötig sein wird, die ökologischen Bedingungen des Anophelismus und der Malariaübertragung auf experimentellem Wege genauer zu erforschen, als es bisher geschehen ist. Vielleicht wird die Antwort auf die Frage des Anophelismus mit und ohne Malaria dort gefunden.

(Aus der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Zoologische Abteilung, Berlin-Dahlem und dem Hygienisch-Bakteriologischen Institut der Militärärztlichen Akademie, Berlin. Leiter: Oberstabsarzt Prof. Dr. Sartorius)

Die Taubenzecke als Parasit des Menschen

Von

H. Kemper und **W. Reichmuth**

In einem früheren Aufsatz (Kemper 1934) wurde über vier Fälle berichtet, in denen Taubenzecken (*Argas reflexus* Fabr.) durch ihre Stiche Menschen stärker belästigt hatten. Es war dabei nachzuweisen oder doch wahrscheinlich, daß die Tiere von nahegelegenen und verlassenen Taubenschlägen her in die Wohnungen eingedrungen waren und an den Bewohnern derselben Blut gesogen hatten. In der Zwischenzeit sind uns mindestens zwei Dutzend gleichartiger Fälle größtenteils aus Berlin bekannt geworden.

Weil also die normalerweise in Taubenschlägen lebende und in Deutschland keineswegs seltene Art als Schmarotzer des Menschen und als Plageerreger in Wohnungen eine durchaus beachtenswerte, aber nicht immer hinreichend beachtete Rolle spielt, erschien es uns angebracht, einmal das, was über diese Rolle bekannt ist, und einige von uns selbst gemachte Beobachtungen zusammenzustellen.

Als Nahrung nimmt die Taubenzecke in allen Entwicklungsstadien ausschließlich das Blut lebender Warmblüter zu sich. Ihr Hauptwirt ist die Taube, und nach den Beobachtungen verschiedener Autoren bevorzugt sie die Jungtauben. Der Schaden, den sie in unsern Breiten dem Taubenzüchter zufügt, besteht darin, daß sie bei stärkerem Auftreten die Tiere sehr beunruhigt und manchmal zum Aufgeben des Brutgeschäftes oder auch zum Zertreten der Eier veranlaßt und daß sie namentlich die Jungtiere durch den Blutentzug stark schwächt und sogar zum Absterben bringen kann. In wärmeren Gebieten — schon in der Mittelmeerregion — wird die Taubenzecke noch dadurch schädlich, daß sie die *Spirochaeta gallinarum* überträgt (vgl. Schellack 1908).

Abgesehen von ihren Hauptwirten, den Tauben, befällt *Argas reflexus* nach den bisher vorliegenden Beobachtungen von Vögeln auch Hühner, Enten, Gänse, Sperlinge und Raubvögel (im Zoologischen Garten in Sofia). Die Larven wurden einmal an Pferden gefunden, und als Gelegenheitswirte sind nach dem Schrifttum dann noch Affen und von verschiedenen Autoren gar nicht selten auch der Mensch beobachtet worden.

Die Frage, ob die Taubenzecken bei ausschließlicher Ernährung an den genannten, für sie nicht spezifischen Wirten ihre gesamte Entwicklung durchmachen können, ist bislang noch unentschieden. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß nach Feststellungen Zuelzers

(1920) bei den Weibchen des verwandten *Argas persicus*, die nicht an ihren eigentlichen Wirten, den Hühnern, sondern am Meerschweinchen gefüttert wurden, die Fruchtbarkeit in einigen Fällen stark vermindert und in den andern ganz verschwunden war. Metz (1911) gelang es, *Argas reflexus* zum Saugen an Tauben und Hühnern zu veranlassen, während er bei Hunden, Kaninchen und Mäusen vergeblich auf einen Erfolg wartete, und Müllers Versuche (1939), die Zecken an sich selbst und an Meerschweinchen zu füttern, blieben erfolglos. Auch bei unsern Versuchen waren manche schon lange hungernde Tiere trotz vieler Bemühungen nicht zum Blutsaugen am Menschen zu bringen. Meistens konnten wir das Einstechen dadurch schneller herbeiführen, daß wir den Arm unmittelbar vor dem Aufsetzen der Tiere eine Zeitlang in heißes Wasser tauchten und gleich darauf nur oberflächlich abtrockneten.

Als Saugdauer der erwachsenen Tiere stellte Alt (1897) 20, Boschulte (1860) 27 und Metz (1911) 40—45 Minuten fest. Die Larven dagegen benötigen zum Vollsaugen (an der Taube) etwa 8 Tage und halten sich während dieser Zeit an der Haut ihres Opfers sehr fest. Die einzige Larve, die bei unsern Fütterungsversuchen am menschlichen Arm einstach, ließ sich nach Ablauf von $1^3/_4$ Stunden nur mit Mühe und so stark verletzt wieder entfernen, daß sie kurz darauf einging.

Die hygienisch wichtige Frage, ob *Argas reflexus* bei ausschließlicher Fütterung mit menschlichem Blut seinen Lebenszyklus normal beenden kann, vermochten wir aus Mangel an Versuchstieren noch nicht einwandfrei zu entscheiden. Bewiesen ist bisher nur, daß die Imagines und älteren Nymphen sich am Menschen vollsaugen können und daß die Larven wenigstens zu saugen versuchen. Trotzdem ist die oben aufgeworfene Frage vermutlich zu verneinen. Wir haben dazu folgendes beobachtet:

Von zwei Weibchen, die wir im Mai 1939 im hungernden Zustand aus einem Taubenschlag erhielten und die einige Tage darauf am menschlichen Arm bis zur Sättigung gefüttert und dann zusammen mit mehreren gleichfalls am Arm gefütterten Männchen in einer Glastube bei Zimmertemperatur aufbewahrt wurden, war bei der im Oktober des gleichen Jahres vorgenommenen Kontrolle das eine offenbar schon seit längerer Zeit tot und noch prall gefüllt, das andere lebend und weitgehend abgeplattet. In der Glastube fanden wir jetzt außerdem 79 Larven (und leere Eihüllen) sowie 27 abgestorbene, eingeschrumpfte Eier (diese insgesamt 106 Eier waren vermutlich nur von dem einen, noch lebenden Weibchen gelegt worden). Von allen übrigen Weibchen (insgesamt 8 Stück), die wir mit menschlichem Blut gefüttert haben und bei denen wir in einigen Fällen kurz darauf die Kopula (Übertragung des Spermatophors) beobachteten, hat sich keines fortgepflanzt. Daraus darf mit einiger Sicherheit gefolgert werden, daß die Aufnahme von Menschenblut die weiblichen Taubenzecken unter Umständen zur Eiproduktion befähigt, daß sie dazu jedoch in der Regel nicht ausreicht.

In allen von uns und andern beobachteten Fällen, in denen die Zecken als Plageerreger in menschlichen Wohnungen auftraten, scheint es sich nur um ein vorübergehendes Auftreten und nicht um ein Einnisten für längere Zeit gehandelt zu haben. In allen von uns näher untersuchten Fällen war es festzustellen oder doch wahrscheinlich, daß die sich zeigenden Tiere aus einem in der Nähe gelegenen und seit längerer Zeit — meistens mehrere Jahre lang — nicht mehr benutzten Taubenschlag infolge des für sie dort herrschenden Nahrungsmangels zugewandert waren, daß also keine Entwicklung und Vermehrung in der Wohnung stattgefunden hatte.

Daß die hungernden Zecken, wie sich aus vorliegenden Beobachtungen ergibt, leichter an Tauben als am Menschen saugen, dürfte wohl so zu erklären sein, daß die sie bei der Nahrungssuche leitenden Sinne (Geruchssinn und Wärmesinn) auf Tauben eingestellt sind.

Die Wirkung, die der *Argas reflexus*-Stich auf die menschliche Haut ausübt, ist bei den einzelnen Personen nach Art und Stärke sehr verschieden. Nach den in der Literatur zu findenden Angaben scheint der Stich in einigen Fällen ganz wirkungslos (Weber 1863), in der Regel jedoch von einem brennenden, juckenden oder bohrenden Schmerz begleitet zu sein und nach einiger Zeit eine geringfügige Rötung und Anschwellung der betroffenen Hautstelle zu verursachen. Von einigen Autoren sind aber, wie die nachfolgenden Beispiele zeigen, weit stärkere und andersgeartete Erscheinungen beobachtet worden.

Bei Gibert (1896) rief ein *Argas reflexus*-Stich auf der Backe eine große, von einem breiten Entzündungsring umgebene, im Zentrum anämische Papel, heftiges Brennen am ganzen Körper (insbesondere im Gesicht), entzündete Augen, aufgedunsene, ödematöse Gesichtszüge, ein Trockenwerden und Anschwellen der Zunge, reichlichen Speichelfluß, Schluckbeschwerden, sowie ein Ansteigen der Herzschläge und der Atemfrequenz hervor. Der Allgemeinzustand besserte sich nach einer Viertelstunde, das Jucken jedoch und die letzten Spuren der Urticaria verschwanden erst nach drei Tagen und der Anfangsfleck blieb noch länger sichtbar.

Boschulte (1860) beobachtete bei einem kräftigen Mann in höherem Alter, der „zu Hämorrhoidialkongestionen und rotlaufartigen Entzündungen neigte", als Folge eines Stiches am Unterschenkel eine tiefe, rundliche, etwa nadelkopfgroße, eiternde Wunde, deren Umgebung in bedeutendem Umfange glänzend gerötet war, und ein Anschwellen des ganzen Fußes.

Bei einem Versuch an sich selbst stellte der gleiche Autor an der Einstichstelle (Innenhandfläche) zunächst einen juckenden Stichschmerz („wie beim Mückenstich") und nach Beendigung des Saugaktes das Austreten eines Tropfen geronnenen Blutes aus der etwas länglichen Stichwunde fest. Es trat keine erhebliche Rötung oder Anschwellung ein, und nach drei Tagen war die Wunde vernarbt. Nach 10 Tagen jedoch stellten sich an der betreffenden Stelle erneut Juckreiz, Rötung und eine

knötchenförmige Erhöhung (die keine Flüssigkeit entleerte) ein. Nach weiteren 6 Tagen waren die Symptome verschwunden und die Narbe schuppte sich ab. Fast 20 Jahre später bildete sich, wie Boschulte (1879) berichtet, an der gleichen Hautstelle eine 3 mm große flache Erhabenheit, in deren Mitte sich eine narbenartige Vertiefung (analog der Stichwunde) befand. Außerdem waren im Laufe der Jahre in der Nähe der Einstichstelle (bis 8 cm von dieser entfernt) 12 ähnliche, aber etwas kleinere Erhabenheiten aufgetreten.

In einem von Alt (1892) und Brandes (1897) näher beschriebenen Fall rief ein in der Nähe des Handgelenks erfolgter Stich der Taubenzecke bei einem gesunden, kräftigen, abgehärteten Mann, der außer einer mäßigen Steigerung der Reflextätigkeit und einer Gefäßreizbarkeit in Form einer beträchtlichen Urticaria factitia keine Abnormitäten zeigte, heftigen Stichschmerz, dann innerhalb von einer halben Stunde von der Stichstelle ausgehend eine roseartige Anschwellung am ganzen Körper und insbesondere am Kopf hervor, so daß die Augen zwischen den Lidwülsten völlig verschwanden. Hinzu trat Atemnot („wie bei Asthma"), Herzklopfen und Benommenheit. Nach einer Stunde trat profuser Schweiß und damit Besserung des Allgemeinbefindens ein. Die Schwellung verlor sich allmählich im Laufe von 10—15 Stunden. Solche Anfälle hatten sich bei dem Patienten innerhalb von 4 Jahren als Folge von *Argas reflexus*-Stichen fünfmal ereignet.

Von zwei an Urtcaria leidenden jungen Männern, die sich auf Veranlassung Alts von *Argas reflexus* stechen ließen, zeigte der eine keine nennenswerte Hautreaktion, wohingegen sich bei dem anderen vier Stunden nachher „ein nicht gerade hochgradiges, aber deutliches allgemeines Erythem" einstellte, das nach einer Stunde wieder verging.

Nach Taschenberg (1873) wurden bei einer Taubenzeckenplage in der Wohnung eines Pastors in Friedeberg a. d. S. vornehmlich die Kinder belästigt. Bei ihnen gingen die durch Stiche an Händen und Füßen erzeugten, „schmerzhaft juckenden Empfindungen" an dem Adernlauf entlang bis zu den Schultern und Hüften und hielten bis zu 8 Tage lang an.

Bei du Buysson (zitiert nach Hirst 1920) stellten sich als Folge eines am Arm gelegenen *Argas reflexus*-Stiches ein vorübergehendes Steifwerden des ganzen Armes („wie bei einem Krampf"), Fieber, Anschwellen der Lippen und Augenlider und ein Jucken am ganzen Körper ein.

Terrenzi (1893) beobachtete als Wirkung eines Stiches in die Hand folgendes: Nach einigen Stunden erschien an der Stichstelle eine gelbliche Blase und eine Lymphangitis breitete sich über den Arm hin aus. Der Verlauf der Lymphgefäße wurde rot und fühlte sich hart an. Am folgenden Morgen war die Blase fünfmal größer geworden und der Arm verfärbt. Die Reaktion verschwand nach und nach im Verlauf der folgenden 15 Tage, aber die Narbe war noch lange Zeit später zu erkennen.

Über die Art des Giftes, das beim Stich der Taubenzecke in die Haut des Opfers gelangt, hat unseres Wissens bisher nur Erdmann eine Untersuchung angestellt, über die Alt berichtet. Erdmann folgert aus den von ihm erzielten Untersuchungsergebnissen, daß *Argas reflexus* „Alkaloide oder sonstige in Äther oder Chloroform lösliche Gifte basischer, neutraler oder saurer Natur nicht produziert. Doch scheinen die mit Phosphormolybdän und Phosphorwolframsäure erhaltenen Niederschläge auf den wirksamen Bestandteil des Argasgiftes hinzuweisen, zumal das Giftsekret der Kreuzotter *(Pelias berus)*, namentlich aber das der Puffotter (*Echidna arietans)*, sich bei der besprochenen Reaktion ganz analog dem Zeckengift verhält. Bei einem Versuch von Alt zeigte ein Hund, dem der Extrakt von drei zerriebenen Taubenzecken subkutan injiziert worden war, ein Krankheitsbild, das der Vergiftung durch eine geringe Menge Puffotterngift ähnlich ist".

Die Veränderungen, die der Stechsaugakt der Taubenzecke in der Haut des Opfers hervorruft, sind unseres Wissens histologisch noch nicht untersucht worden, wohl aber liegen derartige Untersuchungen über die Stichwirkung bei anderen Zeckenarten vor. Vor allem ist hier die Arbeit von Pawlowski und Stein (1928) zu nennen, die sich mit der pathologischen Veränderung der menschlichen Haut unter der Wirkung des Stiches der gleichfalls zu den Argasiden gehörenden Arten *Ornithodoros papillipes* und *Ornithodoros tholozani* befaßt haben. Die äußerlich sichtbaren Hautreaktionen, die vom Stich dieser Arten ausgelöst werden, stimmen in den meisten Punkten weitgehend mit jenen überein, die von uns als Folge von *Argas reflexus*-Stichen weiter unten beschrieben sind. Die mikroskopische Untersuchung von Schnitten durch die betroffenen Hautstellen ergab als Folgeerscheinung der *Ornithodoros*-Stiche u. a. eine Erweiterung der Lymphräume und Blutgefäße, sowie das Vorhandensein von zahlreichen kleinen Herden einer entzündlichen Infiltration in den oberflächlichen Dermalagen und von mächtigen Infiltratherden im mittleren Dermateil. Das Infiltrat bestand hauptsächlich aus Polyblasten und Lymphozyten mit einer geringen Zahl von polymorphkernigen Leukozyten und Eosinophilen. Diese Wirkung des Stiches ist höchstwahrscheinlich auf das Speicheldrüsensekret der Zecken zurückzuführen. Nach Injektion eines Extraktes der Speicheldrüsen von *Ixodes ricinus* in die Menschenhaut beobachteten die gleichen Autoren ein im wesentlichen gleichartiges Oedem. Bei einer Untersuchung der Stichwirkung von *Ornithodoros papillipes* auf die Haut von Versuchstieren (Mäuse, Meerschweinchen, Hund und Kaninchen) kam Moskwin (1929) zu dem Ergebnis, daß durch den Zeckenspeichel in der Haut eine entzündliche Reaktion ausgelöst wird, die von der Bildung einer hämorrhagischen Papel an der Stichstelle begleitet ist, also ganz ähnlich wie beim Menschen verläuft.

Bemerkt sei noch, daß nach den von Metz mitgeteilten Beobachtungen die *Argas reflexus*-Stiche bei Tauben, den eigentlichen Wirten der Art, nur während des Saugaktes, nicht aber auch noch nach dem-

selben einen stärkeren Juckreiz zu verursachen scheinen und daß die Einstichstelle sich noch einige Tage lang als rötlicher Punkt abhebt.

Die eigenen Feststellungen über die Wirkung von Taubenzeckenstichen mögen durch die Wiedergabe einiger Auszüge aus den Beobachtungsprotokollen vermerkt werden:

1. Versuchsperson: Kemper; am 3. Oktober 1939, 10 Uhr, Einstich eines Männchens an der Innenseite des linken Unterarms; Saugen bis zur Sättigung; während des Stechsaugaktes kein Schmerz oder Juckreiz.

10.35 Uhr: Saugakt beendet; an der Stichstelle ein leicht geröteter Fleck (schwache Hämorrhagie) von $^3/_4$ mm Durchmesser;
10.40 Uhr: Um den hämorrhagischen Fleck bildet sich eine anämische Erhabenheit (Quaddel [1]); schwacher Juckreiz bemerkbar;
11 Uhr: Quaddel nimmt an Umfang zu;
12.20 Uhr: Quaddel weiter vergrößert, Durchmesser etwa 6 mm; Juckreiz stärker;
12.30 Uhr: Quaddel flacht sich ab; Juckreiz unverändert;
14 Uhr: Quaddel und Juckreiz fast verschwunden; an der betreffenden Hautstelle eine schwache Rötung (Hyperämie).
4. Oktober. 10 Uhr: Hämorrhagischer Fleck fast verschwunden.
5. Oktober. 9 Uhr: Stichwirkung völlig abgeklungen.

2. Versuchsperson: Kemper; Einstich eines Weibchens am 5. Oktober 1939, 11 Uhr, an der Innenseite des linken Unterarms; Saugdauer (bis zur Sättigung des Tieres) rund 18 Minuten.

Gegen Ende des Saugaktes, während dessen kein Schmerz oder Juckreiz zu fühlen ist, erscheint in der Umgebung der Einstichstelle eine beträchtliche Hyperämie von unregelmäßiger Umgrenzung. Nach dem Loslassen des Tieres an der Stichstelle ein dunkelroter, kreisrunder, hämorrhagischer Fleck von etwa $1^1/_2$ mm Durchmesser;
11.30 Uhr: Um die Einstichstelle eine im Durchmesser fast $^1/_2$ cm große Papel, deren Kuppe die Hämorrhagie bildet und die von einem hyperämischen Hof umgeben ist;
13 Uhr: Papel verhärtet, schwacher Juckreiz bemerkbar;
14 Uhr: Juckreiz stärker; Papel größer;
16.30 Uhr: Juckreiz weiter verstärkt.
6. Oktober. 16.30 Uhr: Die Papel hat an Härte und Umfang zugenommen. Die Schwellung ist aber nicht mehr deutlich abgegrenzt und erstreckt sich auf eine Fläche von etwa $1^1/_2$ cm Durchmesser. Die Haut ist um die Einstichstelle, welche durch den äußerlich unveränderten hämorrhagischen Fleck markiert wird, bis zu einem Abstand von 3—4 cm stark gerötet und übernormal warm. Von der Papel verläuft ein schmaler, stark geröteter Streifen an der Beugeseite des Armes bis zur Mitte des Oberarmes; Juckreiz den ganzen Tag über äußerst heftig, aber in seiner Stärke schwankend;
22.30 Uhr: Einstichstelle und ihre nähere Umgebung nässen ein wenig.
7. Oktober. 9 Uhr: Hämorrhagischer Fleck größer geworden; Schwellung, Verhärtung und Hyperämie vermindert. An der Stichstelle und ihrer

[1]) Erwähnt sei hier, daß die gleiche Versuchsperson sich etwa drei Jahre vorher am linken Unterarm von mehreren Taubenzecken hatte stechen lassen und dabei als auffälligste Wirkung auch dieser Stiche (über welche nicht Notizen gemacht wurden) die Bildung von mittelgroßen Quaddeln beobachtete. Über die Empfindlichkeit gegenüber den Stichen anderer Gliedertiere geben die früher veröffentlichen Angaben (Kemper 1930) Auskunft.

näheren Umgebung ist die Oberhaut verschwunden (wohl durch Reiben an der Kleidung oder durch Kratzen während der Nacht abgerieben). Die Wunde zeigt kein Nässen. Der Juckreiz ist nur noch zeitweilig vorhanden, dann aber noch recht stark.

8. Oktober. 9 Uhr: Über der Wunde hat sich ein Schorf von etwa $2^1/_2$ mm Durchmesser gebildet; Schwellung und Verhärtung fast verschwunden; die Rötung an Umfang und Intensität weiter vermindert; kein Juckreiz;
23 Uhr: In den Abendstunden wieder Juckreiz zu spüren.

9. Oktober. 10 Uhr: Schwellung, Verhärtung und Juckreiz verschwunden.

11. Oktober. 8 Uhr: Der Schorf ist abgefallen, es verbleibt eine deutliche, ziemlich tiefe Narbe an der Stichstelle.

3. Versuchsperson: Kemper; am 28. Oktober 1939 gleichzeitiger Einstich zweier Männchen an der Außenseite des linken Unterarmes; Saugdauer (bis zur Sättigung der Tiere) 22 bzw. 26 Minuten.

Die als Stichfolgen auftretenden Hautreaktionen gleichen in ihrem Aussehen, in ihrer Zeitdauer sowie der Reihenfolge des Auftretens und Wiederverschwindens denen des Versuches 2, bleiben aber hinsichtlich ihrer Intensität hinter diesen zurück.

Das gleiche gilt von 11 weiteren Stichen (2 Nymphen, 7 Weibchen und 2 Männchen), welche dieselbe Versuchsperson im November 1939 bzw. im Mai 1940 an der Innenseite des linken Unterarmes stachen.

4. Versuchsperson: Kemper; am 31. Oktober 1939, 10.15 Uhr, Einstich eines Weibchens an der Innenseite des linken Unterarms. Das Tier hört ohne ersichtlichen Grund zu saugen auf, nachdem es erst rund ein Drittel des zur maximalen Darmfüllung nötigen Blutes aufgenommen hat. Kein Stichschmerz.

Sofort nach Beendigung des Saugaktes: An der Einstichstelle ein kreisrunder, etwa 1 mm großer, blauroter hämorrhagischer Fleck, der von einem rund $^1/_2$ cm großen roten Hof umgeben ist;
11.30 Uhr: Kleine harte Papel; schwacher Juckreiz;
12.50 Uhr: Papel von einem $1^1/_2$ cm breiten hyperämischen Hof umgeben; Juckreiz zeitweilig stärker.

1. November. 9 Uhr: Hämorrhagie unverändert; Papel, Hyperämie und Juckreiz schwächer;
22 Uhr: Reaktion unverändert.
Die an der Armaußenseite befindlichen Stichreaktionen des Versuchs 3, die schon im Abklingen begriffen waren, sind jetzt gegen Abend weit stärker fühlbar als am Vortage, und auch die Rötung und Schwellung haben bei ihnen deutlich wieder zugenommen.

2. November. 9 Uhr: Juckreiz, Schwellung und Rötung verschwunden; Hämorrhagie an Umfang und Intensität der Färbung vermindert.

4. November. 9 Uhr: Hämorrhagie und sonstige Stichfolgen nicht mehr erkennbar.

5. Versuchsperson: Kemper; am 11. Oktober 1939, 10.15 Uhr, Einstich einer Larve an der Außenseite des linken Unterarms; Dauer des Stechaktes $1^3/_4$ Stunden. Das Tier wurde, bevor es Blut aufgenommen hatte, gewaltsam entfernt (vgl. weiter oben) [1]).

[1]) 78 andere Larven, die gleichzeitig und an den beiden folgenden Tagen wiederholt auf die Haut gesetzt wurden, stachen nicht ein.

Sofort nach dem Stechakt: Großer hämorrhagischer Fleck (Durchmesser 1¼ mm), der von einem schmalen hyperämischen Hof umgeben ist; 16 Uhr: Hyperämischer Ring verbreitert, kein Juckreiz.

12. Oktober. 16 Uhr: Über der Stichstelle hat sich eine harte Papel von etwa 3 mm Durchmesser gebildet. Der sie umgebende hyperämische Hof hat bei unregelmäßiger Umgrenzung einen Durchmesser von rund 1½ cm. Die Hämorrhagie hat eine braunrote Färbung angenommen. Auf einer noch etwas über sie hinausgreifenden Hautfläche näßt die Haut zeitweilig ein wenig; kein Juckreiz.

13. Oktober. 22 Uhr: Hämorrhagie unverändert, Rötung und Schwellung vermindert; den ganzen Tag über starker und zeitweilig, besonders gegen Abend, recht heftiger Juckreiz.

14. Oktober. 23 Uhr: Einstichstelle verschorft; Hyperämie und Schwellung fast ganz verschwunden; Verhärtung und Juckreiz unverändert stark.

17. Oktober. 22 Uhr: Verhärtung an der Einstichstelle und Juckreiz noch nicht wesentlich vermindert.

23. Oktober. 22.30 Uhr: Verhärtung noch feststellbar; Juckreiz zeitweilig noch vorhanden.

25. Oktober. 22 Uhr: Schorf abgefallen; in der Umgebung der Einstichstelle schuppt sich auf einer Fläche von etwa ½ cm Durchmesser die Haut ab.

6. Versuchsperson: Reichmuth; am 12. September 1936 (11.45 Uhr) wurden drei weibliche und drei männliche Taubenzecken teils an der Wade des linken Beines, teils auf der Oberseite des linken Armes kurz über dem Handgelenk zur Fütterung angesetzt. Die Tiere waren so verteilt, daß sich auf dem Arm zwei Weibchen und ein Männchen und auf der Wade zwei Männchen und ein Weibchen befanden. Sämtliche Tiere stachen nach kurzem Umherlaufen auf der Haut ein und sogen Blut. Die Saugdauer der ausgehungerten Tiere betrug 25—40 Minuten bis zur prallen Füllung des Darmes.

Der Einstich des Saugrüssels der Tiere wird sowohl am Arm als auch am Bein als schwacher prickelnder Schmerz wahrgenommen.

Während des Saugens ist ein leichter Juckreiz zu verspüren. Bei der Kontrolle während des Saugens sind die Hautstellen, in die die Zecken ihre Rüssel gesenkt haben, leicht gerötet.

Als die Zecken den Saugakt beendet haben, sind die einzelnen Stichstellen durch je einen intensiv blutrot gefärbten, runden Fleck gekennzeichnet (Hämorrhagie). Diese Flecke haben rund 0,5 mm Durchmesser und scheinen im Zentrum, wo sich der Stichkanal befindet, etwas erhaben. Das schwache Jucken während des Saugens der Zecken ist in ein leicht schmerzliches Brennen übergegangen, so daß zunächst Abneigung besteht, die Stichstellen zu berühren. Im Laufe einer halben Stunde haben sich die roten Flecke mit zunehmender Verhärtung der Haut in der Stichgegend um 0,5 mm im Durchmesser vergrößert. Die verhärteten Hautbezirke, in ihrem größten Durchmesser etwa 1 cm, sind anämisch und erhaben (Quaddeln). Nach Verlauf einer weiteren halben Stunde hat das Brennen etwas nachgelassen und sich mehr in ein juckendes Gefühl verwandelt. Die Stichbezirke auf der Haut fühlen sich wärmer an als die sonstigen Hautpartien. Nach der 5. Stunde haben sich die Quaddeln wieder eingeebnet, wenngleich die Verhärtungen der Haut deutlich spürbar bleiben. Die Hautbezirke im Umkreis um die Stichkanäle an Arm und Wade fühlen sich sehr erwärmt an und sind in unregelmäßiger Form gerötet (Hyperämie). Das anfangs brennende Gefühl an diesen Hautpartien ist verschwunden und hat sich in einen starken Juckreiz verwandelt. In der Leistengegend und unter dem Arm ist eine schwache Lymphdrüsenschwellung zu spüren (von der Versuchsperson ist bekannt, daß sie bei Verletzungen leicht zu Lymphdrüsenschwellungen neigt).

Am folgenden Tag (13. September 1936) ist die Hyperämie in der Umgebung der Zeckenstiche zurückgegangen. Die Hämorrhagien sind noch unverändert deutlich. Der Juckreiz tritt bei Verlassen des Bettes, insbesondere aber nach dem Ankleiden, wieder heftig in Erscheinung, läßt über Tag aber etwas nach. Gegen 18 Uhr setzt er wieder ein. Absichtliches Reiben und Kratzen an den juckenden Hautstellen an Arm und Bein wurde sorgsam vermieden. Die Einstichstellen an Arm und Bein sowie die unmittelbar angrenzenden Hautbezirke weisen eine etwas feuchte Oberfläche auf (seröses Stadium).

Am 14. September wurde morgens um die Wade ein Stück Mull gebunden, um ein Verschmutzen der Wäsche durch die noch nässenden Stichstellen zu verhindern und Reibungen zu vermeiden. Der Arm, an dem die Stiche gleichfalls nässen, bleibt jedoch zur Kontrolle zunächst ungeschützt. Juckreiz und Hautverhärtungen halten ebenso wie die Drüsenschwellungen an, wobei die Intensität des Juckgefühls schwankt und die Verhärtungen in den Wundbezirken gegenüber denen am Vortag etwas kleiner geworden sind.

Von den weiteren Befunden, die im Laufe von rund $1^1/_2$ Jahren ermittelt wurden, sei hier folgendes zusammengefaßt:

Am 5. Tag nach der Fütterung der Zecken waren sowohl bei den Wadenstichen, die mit Mull vor Reibungen geschützt waren, als auch bei den Armstichen an die Stelle der Hämorrhagieen jeweils kleine Wunden getreten, die in der Gegend der Stichkanäle trichterförmig vertieft waren. Ihr Inneres war fleischfarben rot, der Wundrand wulstig erhaben und tiefrot gefärbt. Die umgebenden Wundbezirke waren verhärtet und hyperämisch. Die Schwellungen der Lymphdrüsen in der Achselhöhle und in der Leistengegend waren zurückgegangen.

An den Stichwunden am Arm, die im Gegensatz zu denen am Bein bisher ohne Verband belassen worden waren, kam es dann nachts zu einer leichten Schorfbildung. Der Schorf saß jedoch nur sehr locker auf und hatte an den Wundrändern, die auch nach der Nachtruhe noch feucht erschienen, keinen Halt. Durch die leichte Reibung des Hemdärmels über Tage wurde er abgerieben, so daß die Wunden wieder freilagen. Nun wurde auch der Arm mit einem leichten Mullverband versehen. Verhärtung und Juckreiz hielten in der folgenden Zeit an.

Die Schwankungen in der Intensität des unaufhörlichen Juckgefühls erschienen ziemlich regelmäßig. Am stärksten juckten die Stichstellen am Nachmittag, etwa um die 6. Stunde und beim Wäschewechseln morgens und abends. Die Juckreizsteigerung beim Wächewechseln wurde als Reaktion auf veränderte Temperaturverhältnisse in der Körperumgebung empfunden[1]). Zu Störungen der Nachtruhe als Folge der sechs Zeckenstiche an Arm und Bein kam es nicht. Einige Male waren jedoch die Verbände des Morgens verschoben und Kratzspuren in der Umgebung der Wunden erkennbar.

Vierzehn Tage nach der Zeckenfütterung hatten die Wunden ihre Maximalgröße erreicht. Die rundlichen Hautöffnungen, im Durchmesser verschieden, variierten zwischen 2,3 und 5,2 mm Weite zwischen den Wundrändern. Dabei erschien die Wundbasis in allen Fällen jetzt nicht mehr trichterförmig, sondern flach. Die Umgebung der geschädigten Hautbezirke zeigte erhöhte Temperatur und war stark gerötet, so daß die einzelnen um die Schädigungen gebildeten hyperämischen Felder miteinander verschmolzen. Die Verhärtungen blieben aber im allgemeinen unverändert um die Wundbezirke begrenzt.

Nach Verlauf weiterer acht Tage, während der die Hautschäden keine Veränderungen zeigten, wurde auf die Armstiche ein mit Ichthyolansalbe bestrichenes

[1]) In dieser Hinsicht übereinstimmende Beobachtungen konnten an der gleichen Versuchsperson kürzlich im Rahmen von Untersuchungen über die Stichwirkung und ihre Folgen nach Fütterung von Kleiderläusen gemacht werden.

Mullstück gelegt. Dieser Salbenverband wurde täglich erneuert. Die Behandlung wurde ein Vierteljahr fortgesetzt. Eine Veränderung der Hautschädigungen trat während dieser Zeit doch nur insofern ein, als die Hyperämie langsam verschwand, und zwar sowohl am Arm als auch am Bein, wo stets nur ein regelmäßig erneuertes Mullstück und eine Binde zum Wundschutz angelegt wurden.

Nach der Behandlung der Armstiche mit Ichthyolansalbe wurde dann zur Behandlung derselben Stichverletzungen mit weißer Vaseline übergegangen. Doch auch damit wurde nicht die erhoffte Wirkung erzielt. Die Stichwunden zeigten nach der Vaselinebehandlung keine merkbaren Veränderungen. Aussehen, Verhärtung und Juckreiz waren unverändert geblieben.

Somit wurde von weiterer Salbenbehandlung abgesehen und ein kürzerer Behandlungsversuch mittels Puder unternommen. Zunächst wurden die Armstiche mit Zinkpuder bestreut und sodann ein Mullstück mit einer Mullbinde aufgebunden. Der frisch aufgestreute Puder verschaffte stets für kurze Zeit eine Linderung des Juckreizes, der jedoch mit zunehmender Erwärmung auf Körpertemperatur wieder einsetzte. Nach einer derartigen Behandlung über vier Wochen war aber zwischen den Wunden auf dem Arm und den nach wie vor unbehandelten auf der Wade kein Unterschied feststellbar. Eine anschließende Puderbehandlung ohne Verband wurde nach vierzehn Tagen wieder aufgegeben, weil das Nässen der Stichstellen nicht nachließ.

Nach diesen Versuchen wurde wie am Bein so jetzt auch am Arm (im Mai 1937) künftig nur noch ein leichter Trockenverband angelegt. Im Dezember 1937, also rund 1¼ Jahr nach der Zeckenfütterung, machte sich erstmalig eine Verkleinerung der Wunden bemerkbar. Die Rötung der Wundränder nahm ab und der Wundgrund begann sich zu heben. Das Verbinden der Wundstellen am Arm konnte erstmalig Anfang Februar 1938 unterbleiben, während die Beinstiche von Ende Februar an ohne Bindenschutz gehalten wurden. Es bildete sich nunmehr ein haltbarer Schorf. Der Juckreiz ließ merklich nach und trat schließlich nur noch bei stärkerer Körpererhitzung etwa durch anstrengende Körperarbeiten in Erscheinung. Auch die Hautverhärtungen beschränkten sich schließlich nur noch unmittelbar auf die Wundbezirke.

Mitte März 1938 hatte sich am Bein die erste Wunde völlig geschlossen und den Schorf abgestoßen. Am 27. März 1938 war der Heilprozeß an der letzten Wunde beendet. Es sei hervorgehoben, daß während der ganzen Zeit kein Eiter in den Wunden beobachtet wurde.

An den Stichstellen hatten sich deutliche, schüsselförmige Narben gebildet, die zunächst noch eine leichte Verhärtung zeigten. Diese wich erst ganz allmählich im Laufe der nächsten zwei Monate. Das regelmäßige Juckgefühl hatte völlig aufgehört. Nur durch gelegentliche Stiche anderer Insekten, wie von Mücken oder auch von Wanzen, die für Versuchszwecke am anderen Arm gefüttert wurden, konnte ein Juckreiz an den alten Zeckenstichstellen erzeugt werden. Diese Erscheinung (Repetieren) schwand erst mit Ende des Jahres 1938. Die Narben sind zur Zeit noch vorhanden, haben jedoch an Deutlichkeit eingebüßt. Ein Juckreiz wurde seitdem, trotz zahlreicher Versuchsfütterungen von Wanzen, insbesondere aber von Läusen — seit Mai 1940 wurden ständig zahlreiche Läuse in Zuchtkäfigen am Körper gehalten — an diesen Hautstellen nicht mehr wahrgenommen.

Aus den mitgeteilten Beobachtungen geht hervor, daß die beiden Versuchspersonen gegen Stiche der Zecke *Argas reflexus* sehr verschieden empfindlich sind. Während bei der einen die Folgen der Stiche von geschlechtsreifen Zecken in drei bis sechs Tagen überwunden waren, wurden bei der anderen Person Schädigungen der Haut erzeugt, die erst nach 1½ Jahren ausgeglichen waren.

Sowohl die subjektiven Erscheinungen, wie Stichempfinden, Brennen, Jucken, Hitzegefühl, als auch die objektiven

Erscheinungen, Beginn und Ende der Quaddeln, Intensität der Hämorrhagieen, wichen bei beiden Versuchspersonen voneinander ab. Zeigten sich schon an diesen primären Folgen Divergenzen, so gingen die Unterschiede aus den sekundären Erscheinungen nach den Zeckenstichen bei beiden Versuchspersonen besonders deutlich hervor.

Während die Versuchsperson Kemper somit gegen die Stiche von *Argas reflexus* wohl als normal empfindlich angesehen werden kann, besteht bei der Versuchsperson Reichmuth gegen das Speichelsekret dieser Zeckenart eine ziemlich hochgradige und in der Art ihrer Auswirkung bisher nicht bekannte Überempfindlichkeit.

Zusammenfassung

Argas reflexus, dessen Hauptwirt die Taube ist und die dem Taubenzüchter oft großen Schaden zufügt, befällt gelegentlich auch andere Warmblüter und belästigt durch ihre Stiche gar nicht selten den Menschen innerhalb seiner Wohnung.

Nach allen bisher vorliegenden Beobachtungen ist nicht anzunehmen, daß sich die Taubenzecke in menschlichen Wohnungen für lange Zeit einnisten kann. Denn einmal kommt sie offenbar am Menschen nicht so leicht zum Blutsaugen wie an der Taube, und zwar wohl hauptsächlich deswegen, weil die sie bei der Nahrungsuche leitenden Sinne in erster Linie auf Tauben eingestellt sind. Sodann scheint ausschließliche Ernährung mit Menschenblut nicht für die normale Fortentwicklung und Vermehrung des Schmarotzers ausreichend zu sein.

Im vorliegenden Aufsatz wurden die bisher in der Literatur von andern Autoren gemachten Angaben über die Wirkung der Taubenzeckenstiche auf den Menschen zusammengestellt und genauere eigene Beobachtungen über diese Stichwirkung bei zwei Versuchspersonen beschrieben, von denen die eine als normal empfindlich und die andere als überempfindlich bezeichnet werden kann.

Nach ihrer Art und Stärke ist, wie die vorliegenden Literaturangaben und die Ergebnisse der eigenen Versuche gezeigt haben, die Wirkung der Taubenzeckenstiche bei den einzelnen Personen weitgehend verschieden. Einige Menschen scheinen überhaupt nicht auf die Zeckenstiche zu reagieren, und bei andern wurden nach den Stichen erhebliche Körperschäden beobachtet.

Es können neben Juckreiz, brennenden und bohrenden Schmerzen nicht allein Rötungen (Hyperämien und Hämorrhagien) und Schwellungen (Quaddeln, Papeln) auftreten, sondern auch schwer heilbare, nässende Wunden, umfangreiche Hautentzündungen, Augenentzündungen, ödematöse Veränderungen der Gesichtszüge, Schwellung der Zunge, der Lippen oder einzelner Gliedmaßen, roseartige Erscheinungen am ganzen Körper, Speichelfluß, Schluckbeschwerden, Vermehrung der Herzschläge und Erhöhung der Atemfrequenz, Atemnot,

Benommenheit, Steifwerden einzelner Gliedmaßen, Schweißausbruch und allgemeines Fieber.

Auch die Dauer der Stichfolgeerscheinungen unterliegt bei den verschiedenen Personen erheblichen Schwankungen. Während die Hautreaktion in einigen Fällen nach kurzer Zeit (einigen Stunden) wieder verschwunden ist, konnten andererseits Nachwirkungen beobachtet werden, die ein Jahr und länger andauerten. Hinzu kommt, daß die vorübergehend abgeklungenen Beschwerden mitunter nach mehreren Jahren wieder in Erscheinung treten können.

Auch das von einigen „Insektenstichen" her bekannte „Repetieren", das ist ein erneutes Auftreten bereits abgeklungener Hautreaktionen infolge von neuen Stichen an der gleichen oder einer anderen Körperstelle, wurde nach *Argas reflexus*-Befall beobachtet.

Literaturverzeichnis

Alt, K., Die Taubenzecke als Parasit des Menschen. Münch. med. Wochenschr. 1882, 39, 531—533.

Boschulte, *Argas reflexus* als Parasit des Menschen. Virchows Archiv 1860, 18, 554—556.

— — Über den *Argas reflexus*. Daselbst 1879, 75, 562.

Brandes, G., *Argas reflexus* als gelegentlicher Parasit des Menschen. Centralbl. f. Bakt. I. Abt. 1897, 22, 747—752.

Gibert, L'*Argas reflexus* et son Parasitisme chez l'homme (Thèse). Bordeaux 1896.

Hirst, S., Species of Arachnida and Myriapoda (Scorpions, Spiders, Mites, Ticks and Centipedes) injurious to man. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Econ. Ser. 1920, Nr. 6.

Kemper, H., Beobachtungen über die Wirkung von Insektenstichen. Archiv f. Dermatol. u. Syphilis 1930, 161, 127—145.

— — Die Taubenzecke, *Argas reflexus*, als Plageerreger in menschlichen Wohnungen. Anz. f. Schädlingskunde 1934, 10, 139/140.

Metz, K., *Argas reflexus*, die Taubenzecke. Monatsschr. f. prakt. Tierheilkunde 1911, 22, 481—510.

Moskwin, J. A., Die Wirkung des Bisses der Zecke *Ornithodorus papillipes* Bir. auf die Haut der Versuchstiere. Centralbl. Bakt. Orig. 1929, 110, 208—213.

Müller, K. H., Zur Biologie der Taubenzecke, *Argas columbarius*. Diss. med. vet. Berlin 1939.

Pawlowsky, E. N., und Stein, A. K., Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung von *Ixodes ricinus* (Ixodidae) auf die Menschenhaut. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhygiene 1927, 31, 574—586.

— — Über die Wirkung des Stiches von *Ornithodoros papillipes* Bir. auf den Menschen. Arb. a. d. Geb. d. Auslandskunde, Hamburgische Universität 26. Reihe D, Medizin (Festschr. Nocht) 1928, 401—408.

Schellack, K., Übertragungsversuche der *Spirochaeta gallinarum* durch *Argas reflexus* Fabr. Centralbl. Bakt. I. Orig. 1908, 46, 486—488.

Taschenberg, E., Mitteilung über die einheimische Saumzecke. Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss. 1873, 41, 381.

Terrenzi, G., Sopra un Acaro (*Argas reflexus*) trovato per la prima volta in Italia parassito sull'uomo. Riv. ital. Sci. Nat. 1893/94 14, 73—76, 97/98.

Weber, E., *Argas reflexus*. 29. Jahresber. d. Mannheimer Vereins f. Naturk. 1863, 28.

Zuelzer, M., Beiträge zur Biologie von *Argas persicus* Wldh. Arb. a. d. Reichsgesundheitsamt 1920, 52, 163—183.

Originalaufsätze

(Aus dem Forstzoologischen Institut der Universität Freiburg i. Br.)

Zur Kenntnis der Wirkungsweise der Kontaktgifte mit besonderer Berücksichtigung der Permeabilität der Insektencuticula[1])

Von

Josef Bredenkamp, Freiburg i. Br.

(Mit 6 Abbildungen)

Inhaltsübersicht

Seite

1. Einleitung 519
2. Bau der Cuticula 520
3. Die Bedeutung der einzelnen Cuticulaschichten 521
4. Das Verhalten der isolierten Grenzlamelle 524
5. Temperatur, Feuchtigkeit und Giftwirkung 529
6. Die Permeabilität der Insektencuticula 533
   a) Literaturübersicht 533
   b) Material und Methode 536
   c) Die Nachweismethoden für die angewendeten Kontaktgifte 538
   d) Allgemeines Verhalten der Cuticula 539
      1. Gegen Elektrolyte und Nichtelektrolyte 539
      2. Gegen Stoffe verschiedener Oberflächenaktivität 540
      3. Gegen fette Öle und Paraffine 540
      4. Bei Viscositätsänderung des Lösungsmittels 540
   e) Das Verhalten der Cuticula gegen einige Kontaktgifte 540
7. Die giftdurchlässigen Stellen der Cuticula 543
8. Die Durchlässigkeit lebendfrischer und „toter" Cuticula 546
9. Zusammenfassung 547
10. Literaturverzeichnis 548

1. Einleitung

Die sogenannten Kontaktgifte der Schädlingsbekämpfung wirken bekanntlich bei Berührung der Körperoberfläche von Insekten. Wie diese Giftwirkung zustande kommt, ist bis heute nicht im einzelnen geklärt. Die Anwesenheit verschiedener Giftstoffe konnte wiederholt im Körperinnern behandelter Insekten nachgewiesen werden, teilweise auch ihre Wirkung auf Muskeln, Nervensystem und Haemolymphe. Hieraus ist zu entnehmen,

[1]) D 25

daß Kontaktgifte die Körperoberfläche der Insekten zu durchdringen vermögen. Offen blieb jedoch die Frage, auf welchem Wege und unter welchen Bedingungen der auf das Integument gebrachte Kampfstoff die Cuticula durchdringt.

Die folgenden Untersuchungen beschäftigen sich im wesentlichen mit der Lösung dieser Frage. Sie kann unter Umständen für die Schaffung neuer Berührungsgifte von grundsätzlicher Bedeutung werden und darüber hinaus Fehlschläge vermeiden lassen, wie sie bei der Anwendung der heutigen Kontaktgifte gelegentlich immer wieder auftreten.

Das Ziel der Arbeit war — wie vorwegnehmend bemerkt sei — die Ermittlung eines Verfahrens zur Feststellung des Grades der Durchlässigkeit der Insektencuticula für einen gegebenen Stoff, um auf diesem Wege einen neuen Maßstab für die Beurteilung der praktischen Brauchbarkeit von Insektenkampfstoffen zu gewinnen. Dieses Ziel konnte nur teilweise — und zwar nach der qualitativen Seite hin — erreicht werden. Äußere und in den allgemeinen Zeitverhältnissen begründete Umstände zwangen zu einem vorläufigen Abschluß der Untersuchungen. Die quantitativen Versuchsreihen stehen noch in Bearbeitung, ihre Zusammenstellung und Veröffentlichung wird zu gegebener Zeit erfolgen. Bevor ich in die Darlegung des Stoffes eintrete, fühle ich mich verpflichtet, Herrn Professor Dr. W. Zwölfer dafür zu danken, daß er meine Aufmerksamkeit gerade auf diese interessante Frage lenkte und mir im Laufe der Untersuchungen ständig mit seinem Wissen und seiner reichen Erfahrung zur Seite stand. Durch seine ständigen Bemühungen, das umfangreiche Versuchsmaterial bereitzustellen, war mir die Möglichkeit gegeben, die Untersuchungen in diesem Umfange durchzuführen.

2. Bau der Cuticula

Zum Verständnis der Untersuchungen sei zunächst im Anschluß an die Darstellungen von Wigglesworth (1934), Weber (1933) und Kühnelt (1928/29) ein kurzer Überblick über den Bau der Insektencuticula vorausgeschickt.

Über einer dünnen Grundmembran liegt die aus einem einschichtigen Epithel bestehende Epidermis, aus der die darüberliegende Cuticula hervorgeht. Diese besteht ihrerseits aus 2 Hauptschichten, der Endocuticula (Hauptlage oder Innenlage) und der Epicuticula (Grenzlamelle).

Der äußere Teil der Endocuticula weist mehr oder minder besondere Ausbildung auf (sog. Exocuticula). In chemischer Hinsicht besteht sie aus Chitin und unlöslichen Eiweißkörpern. Sie hat eine ausgesprochene Lamellen- oder Balkenstruktur, ist sehr dehnbar und von wechselnder Dicke. Die Exocuticula ist meist dunkel gefärbt (Melaninhaltig) und besteht aus Chitin, Proteinen, Cuticulin und anderen Substanzen. Sie ist strukturlos und homogen gebaut. Gegen die üblichen Färbemittel verhält sie sich indifferent.

Die Epicuticula, die im Gegensatz zur farblosen Endocuticula etwas gelblich gefärbt ist, besteht aus „Cuticulin" (einer komplexen Verbindung von Fettsäuren und Wachsen, über die nichts Genaues bekannt ist). Eiweiß und Chitin sind hier nicht vorhanden, auch ist die Grenzlamelle nicht dehnbar und nur etwa 1 μ dick. Die Epicuticula hat die gleichen Eigenschaften und Beziehungen zur darunterliegenden Chitinschicht wie die Pflanzencuticula zur Celluloseschicht. Auch chemisch verhält sie sich ähnlich: Gegen konzentrierte Säuren ist sie resistent, in starken Alkalien löslich, während bekanntlich Chitin von Alkalien nicht angegriffen wird. Die Epicuticula hat entweder eine Eigenstruktur oder sie zeichnet die Struktur der darunterliegenden Zellschicht nach. Den üblichen Färbmethoden gegenüber verhält sie sich ähnlich indifferent wie die Exocuticula.

Eigene Untersuchungen über die Struktur der Grenzlamelle von *D. pini* L., *L. monacha* L., *L. dispar* L., *M. rubi* L. und *T. apiforme* Cl. ergaben, daß Unterschiede im Bau der einzelnen Lamellen nicht bestehen. Ebenso wurde festgestellt, daß der Bau der Lamelle in struktureller Hinsicht bei allen untersuchten Arten für die einzelnen Körperregionen keine Unterschiede aufweist. Das mikroskopische Bild der Lamelle zeigt neben vielen Faltungen im durchfallenden Licht zahlreiche Lichthöfe, die im auffallenden Licht als dunkle, stark lichtbrechende Punkte erscheinen. Möglicherweise handelt es sich hier um feinste lufterfüllte und darum stark lichtbrechende porenartige Kanäle, die als Ganzes den Eindruck einer Schwammstruktur erwecken. Doch ist eine einwandfreie Deutung an dem vorliegenden Material noch nicht möglich gewesen.

3. Die Bedeutung der einzelnen Cuticulaschichten

Die folgenden Untersuchungen sollten besonders die Frage klären, welche Hautschicht für die wechselnde Permeabilität in erster Linie verantwortlich zu machen ist.

Nach Morozov (1935) sind es die Eigenschaften der Grenzlamelle und nicht die Dicke der Chitinschicht, die eine stärkere oder geringere Permeabilität der Cuticula bedingen. Alexandrov (1935) hält dagegen Hypodermis und Chitincuticula und nicht die Grenzlamelle für den ausschlaggebenden Faktor. Ebenso kommt Ivanova (1937) auf Grund eingehender Dialysationsversuche zu der Ansicht, daß in der Hypodermalschicht die Grenze für die Durchdringbarkeit liegt.

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde von der Tatsache ausgegangen, daß durch die Insektencuticula eine Wasserverdunstung stattfindet. Diese Möglichkeit wird schon von Buddenbrock und v. Rohr (1923), sowie von Zacher (1937) bestätigt. Die in Tabelle 1 angegebenen Zahlen sind keine Werte für die Durchlässigkeit der Raupencuticula an sich; vielmehr sollen die sich durch entsprechende Vorbehandlung der

Cuticula ergebenden wechselnden Verdunstungsmengen für Wasser bei gleichen Bedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit und Zeit) zeigen, welche Gewebeschichten für eine stärkere oder geringere Permeabilität der Gesamtcuticula in Frage kommen.

Methode: Für die Verdunstungsversuche wurden die weiter unten beschriebenen Glasröhrchen benützt, die mit Hilfe eines Korken auf ein einfaches Holzgestell (s. Abb. 1) gehängt wurden, das in einen Exsikkator kam. Die Abdichtung der Membran erfolgte mit Kollodium und Vaseline. Jedes Röhrchen wurde oben mit einem Kork verschlossen, der eine kleine Kerbe trug, so daß Luft nachströmen konnte. Blindversuche ergaben die durch die Kerbe verdunstete Wassermenge, die von den Ergebnissen abgezogen wurde. In jedes Röhrchen wurde 2 ccm Wasser gefüllt und dann durch tägliche Wägung festgestellt wie groß die Gewichtsabnahme war. Grundsätzlich wurden Rückenteile der Cuticula der Versuchstiere genommen. Gemessen wurde immer die Verdunstung von Wasser durch ein Stück Raupencuticula unter verschiedenen Bedingungen. Die Fläche betrug normal 22 qmm; bei kleineren Hautstücken wurde mit engeren Versuchsröhrchen gearbeitet, für die Ergebnisse jedoch wurde auf die Normalfläche umgerechnet, so daß ein Vergleich einigermaßen möglich ist.

Die Versuchstiere waren Raupen von *Dendrolimus pini* L. (L_4 und L_5), *Lymantria dispar* L. (L_5), *Bombyx mori* L. (L_2 und L_5), *Lymantria monacha* L. (L_3 und L_5), *Trochilium apiforme* Cl. (im Kontraktionszustand aus dem Erdkokon entnommen) und *Pyrausta nubilalis* Hb. (im Überwinterungszustand). Die gleichmäßige Feuchtigkeitsstufe (30%) wurde im Exsikkator erzielt, die Temperatur (20° C) im Thermostat konstant gehalten. Die erste Wägung wurde nach 24 Stunden durchgeführt, eingesetzt wurde jedoch erst der Wert des zweiten Tages, da der Wert der ersten 24 Stunden nicht genau war infolge der zusätzlichen Feuchtigkeit, die von der Präparation herrührte. Die Werte sind das Mittel aus den Wägungsergebnissen von 4 Tagen.

Ergebnisse. Verdunstung durch:

1. Frische, unbehandelte Cuticula.
2. Getrocknete, unbehandelte Cuticula.
3. $1^1/_2$ Stunden gekochte Cuticula.
4. 24 Stunden ätherextrahierte Cuticula.
5. Natürlich abgebaute Cuticula (Exhuvie vor dem Abstreifen).
6. Künstlich abgebaute Cuticula,
   a) Grenzlamelle zum Teil abgebaut,
   b) Hypodermis zum Teil abgebaut.
7. Detalbegiftete Cuticula.
8. Rotenonbegiftete Cuticula.
9. Arsenbegiftete Cuticula (As_2O_3).

Die Verdunstungsmenge einer frischen, unbehandelten Haut gegenüber einer 8 Tage lang getrockneten (ebenfalls unbehandelten) Cuticula erwies sich als annähernd gleich (Tabelle 1). Vom 2. Tage ab nimmt die Verdunstungsmenge gleichmäßig ab. Das Absinken ist vielleicht auf ein teilweises Verstopfen der Membransporen zurückzuführen infolge Eiweißzersetzungen oder ähnlichen Prozessen. Bei den einzelnen Tieren fällt auf, daß besonders die Häute der jungen Larvenstadien von *L. monacha*, *L. dispar*, *D. pini*, *B. mori* eine etwas stärkere Durchlässigkeit haben als die Häute

Tabelle 1
Verdunstungsmenge in mg (Näheres im Text)

D. pini L_2	*D. pini* L_5	*L. dispar* L_5	*B. mori* L_2	*B. mori* L_5	*L. monacha* L_3	*L. monacha* L_5	*Troch. apiforme* (Erdkokon)	*Pyrausta nubilalis* (Dauerzustand)	Präparation
17,3	14,8	12,3	14,1	13,4	13,1	12,7	5,4	2,9	frisch — unbehandelt
17,2	14,6	12,6	14,1	13,7	12,8	12,6	5,5	2,9	getrocknet — unbehandelt
19,7	18,3	15,8	16,3	16,2	16,4	15,9	8,3	4,6	$1^1/_2$ Std. gekocht
22,4	21,6	20,0	18,7	18,8	19,9	19,4	11,8	7,1	Äther — extrahiert
—	78,3	76,7	—	61,0	—	76,3	—	—	natürl. abgebaute Cuticula
—	15—17	15—16	—	11—16	—	15—18	12—30	—	künstlich abgebaute Grenzl. chemisch durch NaOH
—	60—65	60—70	—	55—60	—	60—70	50—60	—	untere Schichten z. T. abgebaut durch Säuren
18,6	15,3	12,8	14,2	13,1	12,8	12,9	5,4	3,0	Detal — begiftet
17,6	15,0	12,4	14,4	13,5	13,4	12,6	5,4	3,1	Rotenon — begiftet
17,6	14,6	13,1	14,4	13,8	13,0	12,6	5,6	2,8	Arsen — begiftet (As_2O_3)

der Altraupen. Bemerkenswert ist, daß bei *Troch. apiforme* und *Pyrausta nubilalis Hb.* die Verdunstungsmenge erheblich geringer ist.

Durch das Kochen der Häute in Wasser ($1^1/_2$ Stunde im Wasserbad als Vorbehandlung) wird die Verdunstungsmenge allgemein etwas gesteigert. Diese Feststellung stimmt mit den Versuchen Morozovs (1935) überein, der nach dem Kochen mit Wasser eine Erhöhung der Durchlässigkeit feststellte.

Eine weitere Steigerung der Verdunstungsmenge zeigen die ätherextrahierten Häute (vgl. auch die Versuche von Umbach 1934).

Durch Kochen, wie durch Extraktion werden also die Membranen verändert, d. h. es werden einige Stoffe herausgelöst, so daß mehr Wasser verdunsten kann.

Sehr aufschlußreich ist die Versuchsreihe mit „natürlich abgebauten" Häuten. Als „natürlich abgebaut" wurden solche Häute bezeichnet, die von Raupen stammten, die entweder kurz vor der Häutung oder kurz vor der Verpuppung standen (Exhuvien). In beiden Fällen ist die Cuticula weitgehend abgebaut (nach Wigglesworth [1934] bis 86%). Da aber logischerweise nur die unteren Schichten und bestimmt nicht die Grenzlamelle abgebaut wird, ist die große Steigerung der Verdunstungsmenge ein Zeichen dafür, daß nicht die Grenzlamelle ausschlaggebend für die Durchlässigkeit ist,

sondern darunter liegende Schichten. Diese Feststellung bestätigt mittelbar die Vermutungen Alexandrows (1935) und Ivanovas (1937).

Da die natürlich abgebaute Cuticula äußerst dünn ist, besonders bei Jungraupen wurden für diese Versuche nur Altraupen gewählt. *T. apiforme* und *P. nubilalis* kamen hierfür ebenfalls nicht in Betracht, da sie sich im Überwinterungszustand befanden.

Die nächsten zwei Spalten der Tabelle 1 zeigen Ergebnisse von Versuchen, bei denen die Cuticula teilweise künstlich abgebaut wurde.

Zu diesem Zweck, vor allem zur Auflösung der Grenzlamelle, wurden die gespannten Häute in warme 25prozent. Natronlauge gehängt (50° C, mit der Außenseite), so daß die Lauge nur die Grenzlamelle angreifen konnte. Um die Hypodermis aufzulösen, wurde für kurze Zeit in das Röhrchen konzentrierte Schwefelsäure von 35° gefüllt. Vorausgehende mikroskopische Untersuchungen legten die Zeit fest, die zur Auflösung größerer Teile von Grenzlamelle bezw. Hypodermis erforderlich ist. Anschließend wurde gewässert, neutralisiert und der Versuch nach dem Trocknen der Cuticula wie oben angesetzt.

Infolge der ungleichmäßigen Auflösung wechseln die Ergebnisse stark, doch zeigt das Resultat als Ganzes deutlich, daß nach Auflösung von Teilen der Grenzlamelle die Verdunstungsmenge nur unwesentlich steigt gegenüber der Normalmenge, während die Auflösung der Hypodermalschicht eine beträchtliche Steigerung der Verdunstungsmenge ergab. Auch für diese Versuche wurden nur die Altraupen der größeren Arten herangezogen, da die Jungraupenhäute bei dem Auflösungsprozeß meistens zerrissen.

Die letzten 3 Versuchsreihen der Tabelle (1), die Ergebnisse von kontaktgiftbehandelten Häuten darstellen, bestätigen die Ergebnisse der Untersuchungen an der isolierten Grenzlamelle. Die Werte weichen nur unwesentlich oder gar nicht von der Norm ab. Zu diesen Versuchen wurden die frischgespannten Häute auf der Außenseite jeweils mit einer Giftmenge bestäubt, die einer Dichte von rund 50 kg je Hektar entsprach. Nach 24 Stunden wurde das Gift entfernt, die Haut weitere 24 Stunden gewässert und dann wie üblich weiterbehandelt.

Zusammenfassung: Für die Wasserverdunstung durch die Raupencuticula ist die Grenzlamelle von untergeordneter Bedeutung. Die Hauptrolle für die Durchlässigkeit kommt den darunter liegenden Schichten der Cuticula zu, insbesondere der Hypodermis.

4. Das Verhalten der isolierten Grenzlamelle

Methode: Von anderer Seite wurde wiederholt die Ansicht geäußert, daß von der Grenzlamelle die Durchlässigkeit der Cuticula für Giftstoffe abhängt. Um dies nachzuprüfen und festzustellen, ob sie

durch die gebräuchlichen Kontaktgifte angegriffen wird, wurden folgende Versuche durchgeführt:

Die Grenzlamelle wurde zunächst nach dem von W. Kühnelt (1928—1929) angegebenen Verfahren isoliert. Frische Raupencuticula wird in kleine Stücke geschnitten, in Petrischalen gebracht, mit einer Mischung gleicher Teile einer gesättigten wäßrigen $KClO_3$-Lösung und konzentrierter Salpetersäure (d. 1,4) übergossen und unter Verschluß etwa 3 – 10 Tage stehen gelassen. Wenn alle Bestandteile der Cuticula aufgelöst sind und nur die Grenzlamelle auf der Flüssigkeit schwimmt, wird die Flüssigkeit vorsichtig mit einer Pipette größtenteils abgesaugt, der Rest mehrere Male mit Wasser verdünnt und mit Ammoniak neutralisiert.

Das andere von Kühnelt angegebene Verfahren zur Isolierung der Grenzlamelle mit konzentrierter Schwefelsäure erwies sich als weniger geeignet, da hierbei Pigmentreste an der Grenzlamelle haften bleiben.

Die Zeit der Isolierung schwankt bei einzelnen Arten. Da die Grenzlamelle außerordentlich dünn ist (nach Kühnelt 0,4—0,8 μ) und schon bei geringster Berührung zerfällt oder beschädigt wird, erwies es sich als zweckmäßig mit der Isolation nur so lange zu warten, bis Teile des betreffenden Stückes ganz isoliert waren und noch Reste anderer Gewebeschichten vorhanden waren. Auf diese Weise gelang es leichter, die isolierten Grenzlamellenstückchen auf einen Objektträger zu bekommen. Die mit Hilfe eines Objektträgers aus der neutralisierten Lösungsflüssigkeit entnommene Grenzlamelle wurde an der Luft getrocknet. Die Objektträger wurden zum Teil mit Eiweißglyzerin vorbehandelt,[1]) um einem späteren Abschwemmen der Grenzlamelle vorzubeugen.

Für die mikroskopische Untersuchung der Grenzlamelle erwiesen sich Trockenpräparate der aufgeklebten Lamelle als günstig. In Faure'scher Lösung oder Kanadabalsam verschwinden, wie schon Kühnelt richtig angibt, die feineren Strukturen der Lamelle.

Ergebnisse der Einzelversuche: Die in der geschilderter Weise isolierte und auf Objektträger gebrachte Grenzlamelle wurde vor dem Versuch unter dem Binokular genau untersucht und von jedem Stückchen eine Lageskizze angefertigt, um die geeigneten Stellen bei der späteren Überprüfung leichter aufzufinden und etwaige Veränderungen feststellen zu können.

A. Versuche mit flüssigen Giften (resp. Lösung von Giftstoffen):

Um festzustellen, ob etwa schon das Lösungsmittel selbst die Grenzlamelle angreift, ließ ich zunächst die verwendeten Lösungsmittel Wasser und Alkohol und dazu noch Seifenlösung, die zum besseren Benetzen zugesetzt wurde, auf die Grenzlamelle einwirken. Die Versuchsdauer betrug 5 Tage, die Temperaturstufen waren konstant 20° C und 60° C. Je 3 Versuche wurden angesetzt. Die Grenzlamellen wurden isoliert aus Integumenten der Raupen von *L. monacha* (L_2—L_3 und L_5—L_6), weiter von *D. pini* (L_5—L_6) und von *T. apiforme* (im Kontraktionszustand).

[1]) In derselben Weise, wie das beim Aufkleben von Paraffinschnitten üblich ist.

Angewendet wurden wäßrige und alkoholische Auszüge von:

Radix Barbasko plv. (Rotenongehalt rd. 5%)

Flores Chrysanthemi (Frische Droge 0,2—0,3% Pyrethrine)

Rotenon pur. (90%)

Forestit (Merck)

I. G. Farben-Mittel Nr. 2552 b

Dinitrokresol in Form von Detal-Merck

Weiter: Lösungen von As_2O_3, KH_2AsO_4, As_2O_5 sowie *Nikotin* und Kaliumhydroxyd in verschiedenen Konzentrationen.

Zur Herstellung der wäßrigen Auszüge wurden 20 Teile Droge mit 80 Teile Wasser 3 Stunden auf dem Wasserbade erhitzt (höhere Temperaturen mußten wegen der Empfindlichkeit der Inhaltsstoffe der Drogen vermieden) werden. Anschließend wurde durchgeseiht, die Flüssigkeit filtriert und frisch angewendet. Die alkoholischen Auszüge wurden nach den Vorschriften für Tinkturen des Deutschen Arzneibuches hergestellt (1 Teil Droge mit 5 Teilen 90prozent. Alkohol 10—14 Tage bei Zimmertemperatur ausgezogen), dann abgepreßt und filtriert.

Die verwendeten Arsenlösungen waren 1- und etwa 6prozent. (heiß gesättigt). Nikotin kam rein, sowie in 1- und 10prozent. Verdünnung in Anwendung. Die KOH-Lösungen waren 0,5-, 5- und 20prozent. Die wäßrige Dinitrokresollösung enthielt 18 mg im Liter gelöst, die alkoholische Dinitrokresollösung war 1prozent.

Allen wäßrigen Lösungen wurde 1% Seife zugesetzt (Kaliseife D.A.B. VI), um die Oberflächenspannung herabzusetzen und ein volles Benetzen der Lamellen durch die Lösungen zu sichern.

Die Objektträger mit der Grenzlamelle gelangten in kleine Cuvetten mit den einzelnen Lösungen. Nach der Einwirkungszeit (5 Tage) wurden die Präparate zunächst gewässert (die Präparate aus alkoholischen Lösungen erst in reinen Alkohol gebracht und dann in Wasser übertragen), an der Luft getrocknet und unter dem Mikroskop an Hand der Skizze auf Veränderungen geprüft.

Wie Tabelle 2 zeigt, war in keinem Falle eine Veränderung der Grenzlamelle durch die flüssigen Giftstoffe feststellbar. Lediglich die wäßrigen und alkoholischen KOH-Lösungen hatten bei höherer Konzentration die Grenzlamelle angegriffen. Die letztgenannte Beobachtung deckt sich mit der von Kühnelt angegebenen Verseifung der Grenzlamelle durch Alkalien, besonders bei höheren Temperaturen.

B. Versuche mit pulverförmigen Giften an der isolierten Grenzlamelle: Für diese Versuche fanden isolierte Grenzlamellenstücke in der gleichen Weise wie oben auf Objektträgern Verwendung. Die Durchführung geschah unter 2 Feuchtigkeitsstufen von 30% und 100% relativer Luftfeuchtigkeit (in Zwölferschen Hygrostatenschalen). Die Temperaturstufen waren wie bei den flüssigen Giftversuchen 20° und 60° C., die Einwirkungsdauer wiederum 5 Tage. Das Aufbringen der Gifte erfolgte im „Bestäubungsgerät“ [1]); die Bestäubungs-

[1]) Modell des Forstzoologischen Instituts, Freiburg.

Tabelle 2

Flüssige Gifte

	Konzentration %	*L. monacha* L_2—L_3	*L. monacha* L_5—L_6	*D. pini* L_5—L_6	*Troch. apiforme* (Erdkokon)	*L. monacha* L_2—L_3	*L. monacha* L_5—L_6	*D. pini* L_5—L_6	*Troch. apiforme* (Erdkokon)
Wasser	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Alkohol	90	—	—	—	—	—	—	—	—
Kaliseife	10	—	—	—	—	—	—	—	—
Kaliseife	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Wäßrige Auszüge (Lösungen)									
Flor. Chrysanthemi	20 T. Droge auf 100 T. H_2O 3 Stdn. im Wasserbad erhitzt	—	—	—	—	—	—	—	—
Rad. Barbasco		—	—	—	—	—	—	—	—
Rotenon 90%		—	—	—	—	—	—	—	—
I. G. Farben 2552 b.		—	—	—	—	—	—	—	—
Detal-Merck	1,8 mg	—	—	—	—	—	—	—	—
As_2O_3	rund 6	—	—	—	—	—	—	—	—
As_2O_5	1	—	—	—	—	—	—	—	—
KH_2AsO_4	ges. Lösung	—	—	—	—	—	—	—	—
As_2O_5	ges. Lösung	—	—	—	—	—	—	—	—
Nikotin	pur.	—	—	—	—	—	—	—	—
Nikotin	10	—	—	—	—	—	—	—	—
Nikotin	1	—	—	—	—	—	—	—	—
KOH	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—
KOH	5	—	—	—	—	+	—	—	+
KOH	20	+	+	+	+	+	+	+	+
Alkoholische Auszüge (Lösungen)									
Flor. Chrysanthemi	1 Teil Droge und 5 Teile Alkohol, 14 Tage bei 20° extrahiert	—	—	—	—	—	—	—	—
Rad. Barbasco		—	—	—	—	—	—	—	—
Rotenon 90%		—	—	—	—	—	—	—	—
I. G. Farben 2552 b.		—	—	—	—	—	—	—	—
Forestit		—	—	—	—	—	—	—	—
Detal	1	—	—	—	—	—	—	—	—
KOH	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—
KOH	5	—	—	—	—	+	—	—	—
KOH	20	+ +	+	+	+	+	+	+	+

dichte entsprach umgerechnet 50 kg je Hektar. Nur das Kaliumhydroxyd wurde wegen der starken Hygroskopizität nicht verstäubt, sondern mit einem Haarpinsel aufgestreut, nachdem es zuvor fein zerrieben und getrocknet war. Bei *Flor. Chrysanthemi* und *Rotenon* plv. wurde neben dem reinen Pulver noch je ein Versuch mit einem Zusatz von 15% Natronseife (*sapo medicatus* D. A. B.) durchgeführt.

War die Aufbringung der Stoffe relativ leicht, so war die für die Untersuchung unbedingt nötige Entfernung der Gifte vom Präparat um so schwieriger. Bei der niedrigen Feuchtigkeitsstufe erwies sich ein durch Reiben elektrisch gemachter Hartgummistab als geeignet, das Pulver ohne Berührung der Lamelle zu entfernen; aber in der höheren Feuchtigkeitsstufe haftete das Pulver stets so fest, daß diese Methode nicht angewandt werden konnte. In diesen Fällen ließen sich die Teilchen nach den Versuchen am besten mit einem angefetteten Haar entfernen, ohne daß die Grenzlamelle berührt wurde. Diese Operation mußte unter dem Binokular durchgeführt werden. Die geringste Berührung bewirkte bereits eine Zerstörung der Oberflächenstruktur der Grenzlamelle.

Tabelle 3
Pulverförmige Gifte

Temperatur	20°								60°							
Art	*L. monacha*				*D. pini*		*T. apif.*		*L. monacha*				*D. pini*		*T. apif.*	
Larvenstadium	L_2—L_3		L_5—L_6		L_5—L_6		Erdk.		L_2—L_3		L_5—L_6		L_5—L_6		Erdk.	
Feuchtigkeit in %	30	100	30	100	30	100	30	100	30	100	30	100	30	100	30	100
As_2O_3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
KH_2AsO_4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
As_2O_5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rotenon pulv.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rad. Barbasco pulv.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Flor. Chysanthemi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Forestit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Merckotin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
I. G. Farben 2552b	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Flor. Chrysanthemi und 15% sapo pulv.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rotenon und 15% sapo pulv.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
KOH pulv.	—	+	+	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Auch bei den Versuchen mit pulverförmigen Giften waren die Ergebnise durchweg negativ, wie aus der Tabelle 3 ersichtlich. Zerstörungen der Lamelle konnten auch hier nicht festgestellt werden. Positiv fiel auch wiederum nur der KOH-Versuch aus. Der Seifenzusatz bei *Flor. Chrysanthemi* und *Rotenon* brachte eine bedeutende Erhöhung der Haftfähigkeit.

Zusammenfassung: Es zeigte sich, daß die Grenzlamelle durch die üblichen Kontaktgifte weder in Pulverform noch aufgelöst angegriffen wird. Versuche, bei denen die Cuticula vor der Isolierung der Grenzlamelle am lebenden Tier begiftet war, sowie Untersuchungen der Gesamtcuticula nach der Begiftung bestätigten ebenfalls, daß keines der Gifte die Grenzlamelle zu schädigen vermag. Es folgt daraus, daß eine Verätzung der Insektenhaut durch Kontaktgifte nicht stattfindet. Die Kontaktgifte müssen somit in den Insektenkörper eindringen, ohne die äußere Schicht (Grenzlamelle) zu beschädigen, d. h. die Grenzlamelle muß irgendwie durchlässig sein.

5. Temperatur, Feuchtigkeit und Giftwirkung

Versuche von anderer Seite mit Kontaktgiften haben gezeigt, daß die „Feuchtigkeit" für den Grad der Wirksamkeit des Giftes von Bedeutung ist. Dabei muß der Begriff „Feuchtigkeit" jedoch etwas weiter gefaßt werden als allgemein üblich. Es muß unterschieden werden zwischen der relativen Luftfeuchtigkeit und der Feuchtigkeitsschicht, die direkt über und auf dem Versuchstier liegt in Form von feinen und feinsten Wassertröpfchen (Niederschlag, Tau) oder in Form einer Hülle von Wasserdampf, der entweder der Atmosphäre entstammt oder dem Tierkörper (Verdunstung). Auch ist nötig, die noch immer ungeklärte Anwesenheit von hypodermalen Sekreten als mögliches Lösungsmittel für Giftstoffe in Betracht zu ziehen.

Über die Bedeutung der Luftfeuchtigkeit für die Giftwirkung seien einige Beispiele aus der Literatur angeführt: Lepesne (1937) stellt für Arsenverbindungen (Natriumarseniat u. a.) fest, daß soweit es sich um unlösliche Gifte handelt, die Wirkung in linearer Proportion mit steigender Temperatur und Feuchtigkeit zunimmt (relative Luftfeuchtigkeit). Auch der von Lepesne durchgeführte Versuch mit der Arsen gefüllten Wachszelle, die auf dem Metanotum einer Wanderheuschrecke (*Schistocerca gregaria* F.) befestigt war, läßt erkennen, daß eine feuchte Atmosphäre die Wirksamkeit des Giftes erhöht. Ebenso stellte Zakharov (1927) fest, daß die Wirksamkeit von Arsenverbindungen (als Kontaktgifte angewendet) durch Luftfeuchtigkeit gesteigert wird.

Auch über den Einfluß der Feuchtigkeitsschicht (im oben angeführten Sinne) für die Giftwirkung wird in der Literatur berichtet: Lepesne (1937) hält es zwar für möglich, daß durch die hypodermalen Sekrete eine Lösung der Gifte auf der Körperoberfläche eintritt, hält es aber für wahrscheinlicher, daß Gifte (spez. Arsenverbindungen) bei Gegenwart von Sekreten und atmosphärischen Wassers hydrolysieren, indem sie kleine Mengen löslichen Arsens freimachen. Das durch Hydrolyse freigemachte Arsen vermag dann das Integument zu durchdringen. Gerechtfertigt ist diese Hypothese Lepesnes dadurch, daß unlösliche Arsenverbindungen — per os angewendet — nur wirken, wenn sie hydrolysiert werden und

im Darmlumen lösliches Arsen geben. Zu dem gleichen Ergebnis kommt Tischler (1935) bei seinen Untersuchungen über die Wirkung von *Derris*. Dieser glaubt, daß *Derris* in den hypodermalen Sekreten löslich ist und, daß Osmosewirkung auftritt zwischen der konzentrierten Lösung (*Derris*) und der Sekretflüssigkeit der hypodermalen Drüsen, die sich auf dem Tier befinden. Dieser Vorgang soll bis zum osmotischen Gleichgewicht gehen. Nach Poulsson (1937) tritt beim Menschen eine Arsenwirkung perkutan erst ein, wenn Feuchtigkeit vorhanden ist; in absolut trockene Haut dringt eine Arsenverbindung nicht ein.

Trappmann (1927) bestreitet, daß bei absolut trockener Haut ein als Kontaktgift angewendetes Gift wirksam sei und ist der Ansicht, daß immer eine (wenn auch geringe Lösung) eintreten muß; nur bei Lösung kann Giftwirkung erzielt werden; d. h. kann das Integument von dem gelösten Gift durchdrungen werden.

Aus diesen Angaben geht zwar hervor, daß Feuchtigkeit eine Rolle bei der Kontaktgiftwirkung spielen kann, doch erwies sich eine nähere Untersuchung der Frage als nötig.

Eigene Versuche: Um die Bedeutung der Feuchtigkeit für die Kontaktgiftwirkung zu klären, wurden im Anschluß an mehrere Freilandbestäubungen, die in ihrer Wirkung sehr unterschiedliche Ergebnisse zeigten, die nachstehenden Untersuchungen angestellt.

Die Versuche sollten klarstellen, ob die Witterungsverhältnisse (speziell die Feuchtigkeitsbedingungen) einige Zeit vor und während einer Kontaktgiftbestäubung einen Einfluß auf die Zeit bis zum Einsetzen der Giftwirkung haben. Die angegebenen Werte sollen keine absoluten Zahlen für die Zeit der Giftwirkung der angewandten Kontaktgifte sein, sie sollen vielmehr zeigen, für welche Temperaturfeuchtigkeitskombinationen die Zeit bis zur Giftwirkung am kürzesten ist.

1. Begiftungsversuche mit Raupen, die eine Zeitlang in konstanten Temperatur- und Feuchtigkeitsstufen gehalten waren.

Für diese Versuche wurden junge Nonnenraupen (L_2—L_3) 18 Tage lang unter verschiedenen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen gehalten. Als Zuchträume dienten Hygrostatenschalen mit 4 relativen Feuchtigkeitsstufen: 30%, 50%, 75% und 100%; die Temperatur wurde im Brückenthermostaten nach Zwölfer (1932) auf 12°, 15°, 20° und 25° C konstant gehalten. Die Fütterung der Versuchstiere erfolgte täglich zweimal.

Bestäubt wurde mit *Flores Chrysanthemi* D. A. B. (frische Droge mit einem Pyrethringehalt von 0,2—0,3%) weiter mit *Radix Barbasco* (Rotenongehalt etwa 5%) und mit *Detal* (Merck). Die Bestäubung erfolgte im „Bestäubungsgerät". Die Giftmenge entsprach einem Freilandgiftwerte von 50 kg je Hektar.

Die Hygrostatenschalen mit den Raupen wurden unmittelbar vor der Bestäubung aus dem Thermostaten genommen und erst im Bestäubungsgerät geöffnet. Jede Schale enthielt 10 Raupen. Jeder Versuch wurde dreimal durchgeführt. Die angeführten Zahlen sind Mittelwerte aus den 3 Versuchen. Für *Pyrethrum* und *Barbasco*wurzel wurde als Maßstab für die Bewertung die Zeit vom Augenblick der Bestäubung bis zum Eintritt der ersten Anzeichen einer Giftwirkung (Convulsionen) genommen. Für *Detal* wurde die Zeit von der Bestäubung bis zu dem Augenblick gemessen, wo die Tiere auf Berühren

nicht mehr reagierten. Bei *Detal* werden die Raupen ja bekanntlich regungslos (gelähmt) und zeigen keinerlei Convulsionen.

Nach der Begiftung blieben die Schalen bei Zimmertemperatur stehen; die Bewertung erfolgte, sobald 9 von 10 Raupen Giftwirkungen zeigten.

Im einzelnen sind die Ergebnisse dieser Versuchsreihe aus folgender Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 4

Reaktionszeit	maximal	minimal	Gesamt-differenz
Pyrethrum	7 m 5 s	5 m 45 s	1 m 38 s
Barbascowurzel . . .	22 m 8 s	18 m 1 s	4 m 7 s
Detal	171 m	142 m	29 m

Wie hieraus ersichtlich, liegt die längste Reaktionszeit bei allen 3 Giften bei der niedrigsten Temperatur- und Feuchtigkeitsstufe, die kürzeste Zeit bei der höchsten. Die Feuchtigkeitsstufe spielt dabei eine größere Rolle als die Temperatur. Die Werte für die beiden Extreme sind in der Tabelle angegeben.

2. Versuche mit Raupen, die bei der Bestäubung selbst in verschiedenenen Feuchtigkeitsstufen gehalten werden:

Die Untersuchungen sollten klarstellen, ob die Luftfeuchtigkeit, die während der Bestäubung selbst herrscht, für die Giftwirkungszeit von Bedeutung ist.

Als Stufen wurden A = 30% und B = 100% Luftfeuchtigkeit gewählt. Um in dem Bestäubungsgerät die beiden Feuchtigkeitsstufen A und B zu erhalten, wurden für die niedrige Stufe Phosphorpentoxyd und für die höhere Stufe Wasser 12 Stunden vorher in das Bestäubungsgerät gerät gebracht. Im oberen und unteren Teil des Gerätes wurde je ein Hygrometer angebracht, um den Feuchtigkeitsgehalt der gesamten Luftsäule zu erfassen. Durch künstliche Luftzirkulation im Bestäubungsgerät wurde mit Hilfe des Bestäubungsgebläses für den A-Versuch etwa 30%, für den B-Versuch etwa 100% relative Luftfeuchtigkeit der im Gerät befindlichen Luft erzielt. Die Versuchstiere (wie bei den obigen Versuchen Nonnenraupen $L_3 - L_4$) wurden eine Stunde vor der Bestäubung in den Apparat gebracht. Die Versuchstemperatur betrug etwa 21° C. Als Gifte wurden Pyrethrum und Detal gewählt bei gleicher Giftmenge wie früher.

Die zeitliche Differenz zwischen dem A- und dem B-Versuch betrug bei Pyrethrum 34 Sekunden bei Detal 29 Minuten (s. Tabelle 5). —

Tabelle 5

Feuchtigkeit	A = 30%	B = 100%
Pyrethrum	8 m 38 s	6 m 4 s
Detal	172 m	143 m

In weiteren Versuchen wurde geprüft, ob direkter Niederschlag von Feuchtigkeit auf dem Raupenkörper eine Verschiebung der Wirkungszeit bringt.

Nonnenraupen (L_4), die 8 Tage bei Zimmertemperatur (d — 21,5° C) in 30 resp. 100% Luftfeuchtigkeit gehalten waren, wurden kurz vor der Bestäubung mit einem Vernebler (Sprayapparat) mit Wasser fein benetzt (vernebelt) und dann mit Pyrethrum und Detal in der gleichen Weise wie bei den früheren Versuchen bestäubt.

Gemessen wurde wieder die Zeit von der Bestäubung bis zur Giftwirkung; als Vergleichszeit galt die im Kontrollversuch ohne Benetzung erhaltene Zeit. Das Ergebnis zeigt für Pyrethrum keinen Unterschied gegenüber den früheren Resultaten, dagegen haben wir für Detal eine etwas stärkere Verkürzung der Reaktionszeit (s. Tabelle 6).

Tabelle 6

Feuchtigkeit	30%		100%	
Giftart	unbefeuchtet	befeuchtet	unbefeuchtet	befeuchtet
Pyrethrum	6 m 59 s	6 m 18 s	6 m 32 s	6 m 11 s
Detal	173 m	117 m	159 m	91 m

Daraufhin wurde der obige Detalversuch mit der halben Giftmenge wiederholt. Wie zu erwarten war, ist die Zeit bis zur Wirkung infolge der reduzierten Giftmenge erheblich gestiegen, doch liegen bei den benetzten Tieren die Werte noch etwas unter denen der unbefeuchteten Raupen mit der doppelten Detalmenge (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 7

Feuchtigkeit	30%		100%	
Detalmenge	unbefeuchtet	befeuchtet	unbefeuchtet	befeuchtet
Dosis $^1/_2$	233 m	168 m	228 m	152 m

Wenn aus den obigen Versuchen klar hervorgeht, daß die Feuchtigkeit eine Rolle bei der Begiftung spielt, so muß hier weiter betont werden, daß diese Rolle der Feuchtigkeit (im weitesten Sinne gefaßt) sich nur auf die Durchdringung der Gifte durch die Cuticula erstreckt in der Weise, daß man sagen kann, der Weg der Gifte in den Körper ist erleichtert, wenn relativ viel Lösungsmittel in irgendeiner Form auf der Körperoberfläche vorhanden ist. Doch darf nicht unerwähnt bleiben, daß gerade die Resistenz der Tiere bei hoher Luftfeuchtigkeit unter Umständen gesteigert ist. Auch die Änderung des pH-Wertes der Haemolymphe gehört hierher. Gößwald (1933) gibt an, daß die

Resistenz gegen Pyrethrum mit steigender Feuchtigkeit, gleichsinnig mit dem pH-Wert der Haemolymphe zunimmt. Weiter muß beachtet werden, daß der physiologische Zustand des Tieres bezüglich des Wasserhaushaltes auch für die Giftwirkung eine große Rolle spielt: Bei optimalem Wasserhaushalt des Tieres, wie er etwa unter den für die betreffende Art günstigsten Witterungs- und Nahrungsbedingungen sich einstellt, wirken die Gifte in der kürzesten Zeit. Das ergibt sich aus den vorliegenden Versuchen.

Zusammenfassung: Wir haben also gesehen, daß die Giftwirkungszeit durch höhere Luftfeuchtigkeit vor und während der Bestäubung bei Pyrethrum, Barbascowurzel und Detal sich nur wenig verringert, daß hingegen direkter Niederschlag auf der Raupencuticula für Detal eine etwas stärkere Verkürzung der Wirkungszeit bringt, während bei Pyrethrum die Zeiten unter diesen Bedingungen unverändert bleiben.

6. Die Permeabilität der Insektencuticula

Die folgenden Untersuchungen behandeln die Frage der Durchlässigkeit (Permeabilität) der Insektencuticula. Sie sollen klarstellen, ob und wie weit bestimmte Stoffe die Cuticula zu durchdringen vermögen, an welchen Stellen und unter welchen Bedingungen.

a) Literaturübersicht

Die Veröffentlichungen über die Wirkungsweise von Kontaktgiften auf dem Wege über die Tracheen können hier übergangen werden. Sie sind sehr zahlreich, fallen aber nach den neueren Untersuchungen für unsere Betrachtungen fort, da eine Wirkung über die Tracheen, wenn überhaupt, so nur in zweiter Linie in Frage kommt. Das gleiche gilt für die Annahme einer Giftwirkung für gebräuchliche Kontaktgifte über den Magen-Darmkanal.

Die meisten Autoren bejahen die Frage der Durchlässigkeit der Insektencuticula für Kontaktgifte lediglich auf Grund pharmakologischer Beobachtungen und Testmethoden, die nach Ausschluß aller anderen Möglichkeiten nur die Annahme der Durchdringbarkeit der Cuticula zulassen. So kommt Granowsky (1926) auf Grund der Tatsache, daß Larven von *Schistocerca gregaria* F., die während der Häutung begiftet werden, wenn überhaupt, dann mit Deformierungen und Teilparalysierungen aus der Häutung hervorgehen, zu dem Schluß, daß Arsen ($NaHAsO_3$, Na_2HAsO_4) durch die Körperoberfläche dringt. O'Kane und Glover (1935) befestigten eine mit Arsensäureanhydrid und Natriumarseniat gefüllte Wachskapsel auf dem Metanotum von *Blattiden* und stellten nach 10 Tagen eine Giftwirkung fest; sie schließen daraus, daß die Arsenverbindung durch die Haut des Metanotum zu dringen vermag. Escherich (1931) äußerte, daß die Tatsache, einer Wirkung der sogenannten Kontaktgifte auf die Enden der Hautnerven dafür spreche, daß die Kontaktgifte der Cuticula durchdringen.

Bei all diesen Untersuchungen zeigte sich, daß die Durchdringbarkeit des Integumentes gegenüber verschiedenen Giften nicht immer gleich ist (Folgerung auf Grund verschiedener Wirksamkeit gleicher Gifte), und, daß bestimmte Körperregionen besser durchlässig sind als andere. Hieraus vermutet Zacher (1937), daß die Dicke der Chitin-

cuticula eine Rolle spielt (Jungkäfer-Altkäfer). Auch Buchmann (1930) hält die Permeabilität für *Pyrethrine* abhängig von der Dicke der chitinösen Cuticula, und für Nikotin und organische Gifte stellt er bei *Periplaneta americana* fest, daß das letzte Abdominalsegment keine Wirkung zeigt, demnach nicht durchlässig sein müsse.

Gerade diese Ansicht, daß bestimmte „dünne" Stellen der Insektencuticula besonders durchlässig seien, kehrt häufig wieder. Krüger (1931) z. B. fand, daß bei Wasserkäfern die Gelenkhäute für Pyrethrin durchlässig sind. Wilcoxon und Hartzell (1932 bis 1933) stellten mit Pyrethrumextrakt bei Rosenkäfern sowohl an Tarsen wie am Schildchen gute Wirkung fest; das gleiche Gift an *Tenebrio molitor* angewandt, zeigte, daß gewisse Integumentsregionen, vermutlich die Haarporenmembranen, für *Pyrethrum* durchlässig sind. Auch zwischen den Körpersegmenten und an den Befestigungsstellen der Körperanhänge ist das der Fall. Tischler (1935) glaubt, daß Insekten ganz allgemein einige besonders dünne Hautstellen haben, durch die Kontaktgifte (osmotisch) durchzudringen vermögen. Mally (s. Lepesne 1937) brachte *Arsenate* auf die Antennen von Heuschrecken und hält ihre Cuticula für besonders durchlässig, da der Tod rasch eintrat. Hockenyos (1933) fand für Schaben bei Natriumfluorit eine Durchlässigkeit an den Intersegmentalhäuten, sowie an der Ventralseite, überall dort also, wo das Chitin dünn und biegsam ist. Krogh (1937) hält die Funktion der Insektencuticula im wesentlichen für mechanisch und glaubt, sie sei mehr oder weniger „selektiv permeabel" (bezüglich der Gifte). Lepesne (1937) sagt, daß Arsenverbindungen durch die Cuticula zu dringen vermögen, besonders an Stellen, wo die Cuticula dünner und weicher ist (das Abdomen von Heuschrecken ist weicher und dünner als das Metanotum und deshalb besser permeabel).

All diese Untersuchungen bringen zum Ausdruck, daß die Insektencuticula für bestimmte Stoffe durchlässig ist und, daß die Durchlässigkeit für verschiedene Körperregionen durchaus nicht gleichmäßig ist.

Steht also heute die Tatsache der Durchdringungsmöglichkeit der Raupencuticula ganz außer Frage, so ergibt sich die weitere Frage, welche Stoffe durchzudringen vermögen, an welchen Stellen und unter welchen Bedingungen. Was hierüber bekannt ist, sei im folgenden kurz aufgeführt:

Bezüglich der Gasdurchlässigkeit der Cuticula berichtet Wigglesworth (1934 in einer Zusammenfassung), daß Sauerstoff schlecht, Kohlensäure dagegen besser durchzudringen vermag. Dewitz (1890) wies schon nach, daß dicke Chitinhaut eine Gasdurchlässigkeit hat (CO_2). Von Buddenbrock und v. Rohr (1923) zeigten, daß bei der Stabheuschrecke *(Dixippus morosus)* eine Sauerstoffaufnahme durch die Haut besteht, jedoch nur in sehr geringem Maße neben der Tracheenatmung. Auch Fraenkel und Herford (1938) fanden, daß bei Fliegenlarven eine O_2-Aufnahme durch das Integument erfolgt, die bei Ausschalten der Tracheenatmung sogar beträchtlich gesteigert werden kann.

Daß Wasser die Cuticula zu durchdringen vermag, zeigten von Buddenbrock und von Rohr (1923). Nach Zachers (1937) Schlußfolgerungen vermögen „oberflächenaktive" Stoffe Wasser aus dem Insektenkörper durch das Integument hindurch zu entziehen.

Das Schwergewicht unserer Frage liegt nun bei der Durchlässigkeit von gelösten Stoffen. Hier ergeben die bereits vorliegenden Befunde die Möglichkeit einer selektiven Permeabilität, derzufolge die Cuticula nur bestimmte Stoffe durchläßt. Dabei würde die jeweilige Stelle der Cuticula und das Alter der Larve und der Haut eine Rolle spielen, worauf die folgenden Literaturangaben hindeuten.

Alexandrov (1935) machte Untersuchungen über die Permeabilität des Chitins bei einigen Dipterenlarven. Er benutzte Ammoniak, Aethylalkohol, Sublimat und Essigsäure. Die Wirkung war bei den einzelnen Arten sehr verschieden. Der Genannte kommt zu dem Schluß, daß die Permeabilität einmal von den Eigenschaften

der Chitincuticula, zweitens aber von der Permeabilität der Hypodermis abhängt. Je weniger durchlässig die Haut, um so unempfindlicher sind die Tiere gegen Gifte.

Nach Eidmann (1922) brauchen dünne Chitinmembranen für osmotische Vorgänge kein Hindernis zu sein, auch wenn sie keine Poren besitzen. Alexandrov meint aber, daß nicht die Dicke der Cuticula eine Rolle spielt, sondern hält die chemische Zusammensetzung und die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Cuticula für verantwortlich für eine größere oder geringere Permeabilität. Bezüglich der Frage, ob die Permeabilität der Cuticula für jede Art vom Chitin selbst oder von eingelagerten Substanzen (sog. Inkrusten) abhängt, stellte er folgende Hypothese auf:

Durch Lauge oder Diaphanol wird für bestimmte Chemikalien der Weg frei infolge Beseitigung der Inkrusten. Dadurch werden aber die chemisch-physikalischen Eigenschaften des Chitins verändert und die Porenstruktur wird verengert. Die Folge ist eine Steigerung der Permeabilität molekularer Lösungen und ein Abfallen der Permeabilität für kolloidale Teilchen (Farbstoffe).

Die schon wiederholt gemachte Feststellung, daß durch die tierische und pflanzliche Cuticula stark dissoziierte Säuren und Alkalien langsamer durchdringen, als schwach oder nichtdissoziierte, hat Alexandrov auch für Dipterenlarven gemacht. Die selektive Permeabilität verschwindet, wenn die Haut desinkrustiert wird. Also müssen die Inkrusten dafür verantwortlich sein.

Auch Morozov (1935) hat festgestellt, daß undissoziierte Stoffe besser durchdringen als dissoziierte (Essigsäure und Ammoniak auf der einen Seite bzw. NaOH, HCl auf der anderen Seite). Er ist der Ansicht, daß weniger die Gesamtdicke der Chitinschicht als die Eigenschaften der Grenzlamelle für eine stärkere oder geringere Permeabilität verantwortlich sind. Nach Umbach (1934) läßt die frische Raupencuticula keine OH-Ionen durch; daraus, daß nach dem Kochen der Haut OH-Ionen durchgehen, schließt er, daß Lipoide die Undurchlässigkeit der frischen Haut für OH-Ionen bedingen.

Krogh (1937) hält, wie oben erwähnt, die Eigenschaften der Insektencuticula allgemein für mechanisch, doch sind es nach ihm ihre physiko-chemischen Funktionen, die das Durchdringen bestimmter Substanzen verhindern.

Nach Wigglesworth (1934) muß die frisch gebildete Cuticula sowohl für Wasser wie für gelöste Substanzen mit großen Molekülen permeabel sein, um dann nach der Häutung (durch Oxydation oder „Imbibition") impermeabel zu werden für Wasser, kaum permeabel für Sauerstoff, ziemlich permeabel für CO_2; im einzelnen sind nach ihm starke Unterschiede vorhanden. Die Insektencuticula kann alle Grade der Permeabilität aufweisen (wie eine Kollodiummembran); Komplikationen sollen erst durch die Grenzlamelle auftreten. Morozov (1935) befaßt sich mit der Frage, welche Zellschicht die Undurchdringbarkeit für gewisse Stoffe bedingt. Er schließt daraus, daß nach dem Kochen einer Cuticula mit Natronlauge alle Stoffe durchgehen, während nach dem Kochen mit Wasser einzelne Stoffe zwar besser durchgehen, jedoch lange nicht alle (durch das Kochen mit Lauge wird ja bekanntlich die Grenzlamelle zerstört, durch das Kochen mit Wasser allein jedoch nicht) die Grenzlamelle die wirksame Grenze sei. Ivanova (1937) machte Dialysationen an Integumenten und kommt zu dem Schluß, daß der Grad der Durchdringung von Flüssigkeiten verschieden ist und abhängt von Faktoren wie Jahreszeit, Parasitierung, Nahrung u. a. Die Chitinhaut ist nach ihr leicht durchdringbar und die Hypodermalschicht die wirksame Schranke für Stoffe. Die Giftwirkung soll in einer Narkose der Hypodermiszellen bestehen. Eine höhere Giftmenge steigert nach der Genannten prozentual die durchdringende Menge.

An dieser Stelle sei kurz darauf hingewiesen, daß auch über Integumente anderer Tiergruppen sowie über menschliche Haut Permeabilitätsuntersuchungen vorliegen:

Zur Frage der Osmosewirkung äußert sich Batemann (1933) auf Grund seiner Untersuchungen an Krabben: Hiernach zeigt eine für Wasser permeable Membran einen spezifischen Widerstand gegen Wasserbewegung. Ein Ionenausgleich durch die Haut

setzt die Anwesenheit eines indiffusiblen, aber osmotisch wirksamen Nichtelektrolyten im Außenmedium voraus.

Graetz (1934) zeigte, daß die Froschhaut nach beiden Seiten für Ionen permeabel ist. Maßgebend für einen Ionenaustausch ist hier das Ionengefälle (Wechselwirkung bis zum physiologischen Gleichgewicht).

Maloeuf (1937) untersuchte das Integument von Krebsen auf die Permeabilität für Wasser und Elektrolyte. Im Gegensatz zu den Graetzschen Befunden an der Froschhaut stellte er fest, daß nach beiden Seiten keine Permeabilität besteht.

Die menschliche Haut ist nach Flury (1938) nicht absolut undurchdringlich und stellt nur einen relativen Schutz vor. Grobdisperse Stoffe, die von der Hornschicht und der schwerdurchdringbaren Eingangsschicht zurückgehalten werden, vermögen durch die Zellen des Follikelapparates und der Haarbälge einzudringen. Alle gelösten Stoffe, sowie Flüssigkeiten dringen wahrscheinlich durch, zum Teil allerdings nur in überaus kleinen Mengen.

Schließlich sei noch erwähnt, daß nach Pilat (1939) Sporenkeime der Pilze von *Beauveria bassiana*, *Spicaria fumosonosea* und *Metarrhizium anisophiae* die Insektencuticula zu durchdringen vermögen. Pilat machte die Versuche mit Larven von *Pieris brassicae* L., *Euxoa (= Agrotis) segetum* Schiff., *Melolontha vulgaris* F. und *Cleonus punctiventris* Germ. Die Pilze vermögen durch die Chitinhaut von beiden Seiten zu dringen und sie zu verändern.

Eigene Versuche: Im folgenden soll zunächst für einige chemische Stoffgruppen die Permeabilität durch die Raupencuticula erörtert werden. In einem weiteren Abschnitt folgen Untersuchungen über die Durchlässigkeit der Cuticula verschiedener Arten im Hinblick auf die gebräuchlichen Kontaktgifte. Nach Möglichkeit wurden für die Untersuchungen forstlich wichtige Schadinsekten oder nahe verwandte Formen herangezogen, um wenigstens für einige Arten die Durchlässigkeit der Cuticula für Kontaktgifte festzulegen, die ja, wie aus der Literaturübersicht hervorgeht, bei den einzelnen Insektenarten und verschiedenen Giftstoffen stark schwanken kann.

b) Material und Methode

Für die Versuche wurden die Raupen lebend[1]) aufgeschnitten und die Organe, sowie die an der Cuticula ansitzenden Muskeln sorgfältig entfernt. Dann wurde die Cuticula entweder mit einem Seidenfaden um den Wulst eines Röhrchens gebunden oder zwischen einen Schliff gespannt (Abb. 1—3). Die Abdichtung erfolgte in beiden Fällen mit säurefreier Vaseline. Die Röhrchen wurden dann derart in ein Holzgestell eingehängt (Abb. 3), daß die gespannte Cuticula in ein kleines Schälchen hineinragte. In die Röhrchen wurde die Testlösung gefüllt und in das Schälchen kam eine Lösung mit einem Reagens oder reines Lösungsmittel. Der hydrostatische Druck, der in der Röhre stehenden Flüssigkeitssäule wurde sorgfältig mit dem Druck der Flüssigkeit in dem Schälchen kompensiert, damit der auf die Membran ausgeübte Druck möglichst beiderseits gleich blieb. So sollten etwa dadurch bedingte Permeabilitätsänderungen vermieden werden. Die Temperatur wurde ebenfalls möglichst konstant ge-

[1]) Da mit der Möglichkeit einer Änderung der Hautoberfläche bei vorhergehender Anwendung narkotisierender Stoffe wie Äther oder Chloroform gerechnet werden mußte.

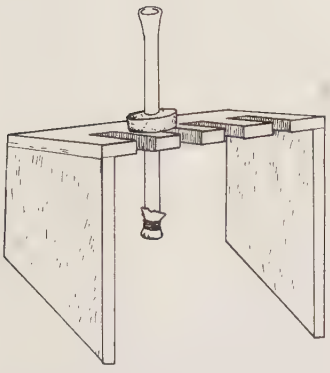


Abb. 1. Holzgestell mit eingehängtem Versuchsröhrchen zum Einstellen in den Exsiccator (näheres im Text)

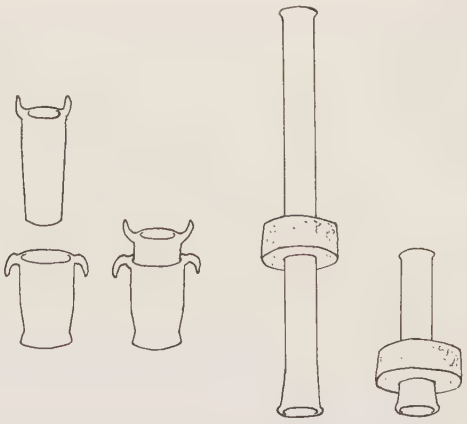


Abb. 2. Versuchsschliffe und -röhrchen für pulverförmige und flüssige Giftstoffe (siehe Text)

halten. Die Größe der Fläche der gespannten, für die Diffusion in Betracht kommenden Haut wurde möglichst konstant gehalten. In den Fällen, wo wegen der Kleinheit des zur Verfügung stehenden Hautstückes ein engeres Versuchsröhrchen gewählt werden mußte, wurden entsprechende Diffusionsmengen addiert, so daß für jede Reaktion stets annähernd die gleiche Menge diffundierten Giftes zur Verfügung stand. Nach dem Einspannen der Haut wurde jeweils unter dem Binokular die Haut sorgfältig auf etwaige Verletzungen untersucht, die bei der Präparation oder beim Spannen entstanden sein konnten. Weiter wurde darauf geachtet, ob etwa ein Stigma mit eingespannt war, oder, ob (bei behaarten Arten) ein Haar sich in die Cuticula gebohrt hatte. Solche Fälle waren öfters zu beobachten und schieden stets aus der Versuchsreihe aus, da sie das Ergebnis hätten beeinflussen können.

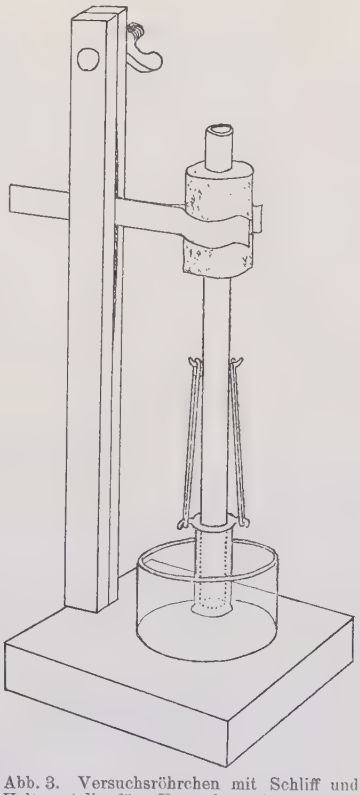


Abb. 3. Versuchsröhrchen mit Schliff und Haltegestell für Versuche mit flüssigen Giften

Der chemische Nachweis der durchdringenden Stoffe wurde nach Möglichkeit dann gewählt, wenn die diffundierte Giftmenge innerhalb der nachweisbaren Grenze lag. Nur in solchen Fällen, wo auch nach Anreicherung durch Verdunstung des Lösungsmittels der chemische Nachweis nicht gelang, fand ein Versuch (Injektions-

methode) Anwendung. Injiziert wurde mit Hilfe feinster Injektionsnadeln in die Nähe des Abdomens, etwa 0,05 ccm eines oder mehrerer, auf ein Zehntel eingeengter Diffundate. Als Versuchstiere wählte ich hierbei immer Exemplare der gleichen Art und des gleichen Entwicklungsstadiums, wie sie für das Hautstück des Diffusionsversuches verwendet worden waren. Jede Injektion wurde im Blindversuch kontrolliert mit einer gleichen Menge phys. NaCl-Lösung (wäßrig oder alkoholisch), um die Giftwirkung eindeutig beurteilen zu können. Zur Beurteilung der Wirkung einer Injektion wurde der gleiche Zeitmaßstab gewählt wie bei den früher erwähnten Versuchen (Convulsionen oder Berührungsprobe).

Die in der Tabelle 8 angegebenen Zeiten dürfen nicht absolut genommen werden. Sie sind nur im Vergleich der einzelnen Arten und Entwicklungsstadien bezüglich eines Giftes zu werten. Für mehrere Gifte ist ein Vergleich deshalb nicht möglich, weil die Art der Gifte und die zur Giftwirkung nötige Menge beträchtlich schwankt und auch die Empfindlichkeit der Nachweismethoden sehr verschieden ist.

Zu den Versuchen mit pulverförmigen Giften fanden kleinere Versuchsröhrchen oder Schliffe Verwendung (s. Abb. 2), die eine bessere, gleichmäßigere Verteilung des Giftes auf dem Cuticulastück ermöglichten. Das pulverförmige Kontaktgift wurde mit Hilfe eines feinen Haarpinsels auf die Haut gestreut. Die Menge entsprach etwa einer Freilandbestäubung von 50 kg je Hektar.

Von einem Trockenversuch wurde gesprochen, wenn die Cuticula und das aufgestreute Giftpulver vorher 24 Stunden getrocknet waren; für den Feuchtversuch wurde die Cuticula 24 Stunden vorher in 100prozent. Luftfeuchtigkeit gehalten und das Gift mit Wasser angefeuchtet. Da die Ergebnisse der Feucht- und Trockenversuche lediglich Abstufungen zeigen, wurden diese Versuche aus praktischen Gründen nur für Raupen von *L. monacha* und *D. pini* an je zwei Stadien durchgeführt.

c) Die Nachweismethoden für die angewendeten Kontaktgifte

Dinitrokresol: Für den Nachweis des Dinitrokresol (im Handel befinden sich Alkaliverbindungen des Ortho- und Para-Dinitrokresol[1]) wurden ein oder mehrere Diffundate, die zum Teil einen gelben Schimmer hatten oder sogar deutlich gelb gefärbt waren, gesammelt, auf dem Wasserbade auf etwa 5 ccm eingeengt und dann mit 1 ccm einer wässerigen Kaliumcyanidlösung versetzt. Bei Anwesenheit von genügend Dinitrokresol färbt sich die Lösung rot (Kalium-Orthokresol-purpurrot) (Beilstein 1923). Auch der bei Rosenthaler (1923) genannte Nachweis für Dinitrokresol gab bei genügender Anreicherung die hellblutrote Farbe (Dinitrokresol + 10prozent. HCl + Zn).

Rotenon: Für den direkten Nachweis von Rotenon im Diffundat wurde seine Reduktionsfähigkeit benutzt. Bei der Unlöslichkeit von Rotenon in Wasser wurde als Lösungsmittel für das Diffundat eine Mischung gleicher Teile von Wasser und Alkohol benutzt und diesem einige Tropfen ammoniakalischer Silbersalzlösung zugesetzt; bei Anwesenheit von Rotenon wird das Silbersalz zu schwarzem, metallischem Silber reduziert.

[1]) Verwendet wurde „Detal"-Merck.

Zum genaueren Nachweis fand die von Klein (1933) angegebene Farbreaktion Anwendung, die bei Gegenwart von mehr als 0,1 mg Rotenon eine Blaufärbung gibt: 5 (oder entsprechend mehr) Diffundate wurden in einen Schütteltrichter gebracht und mit Äther ausgeschüttelt. Der Äther wurde abgedunstet und der Rückstand mit etwas Azeton aufgenommen. Zu 1 ccm der Lösungen Aceton wird 1 ccm HNO_3 (1 : 1) gegeben, 30 Sek. stehen gelassen und dann 8—9 ccm Wasser und 1 ccm NH_3 (30%) zugesetzt. Bei sehr geringen Mengen Rotenon tritt die Blaufärbung erst allmählich auf.

Nikotin: Als geeignete Reagentien für Nikotin erwiesen sich Phosphormolybdänsäure und Phosphorwolframsäure. Beide Verbindungen geben mit Nikotin eine unlösliche Additionsverbindung (weißer Niederschlag). Die Grenzkonzentration ist für Phosphormobyldansäure 1 : 500000, für Phosphorwolframsäure 1 : 1 000 000. Die Lösungen der Reagentinien wurden 0,1prozent. hergestellt.

Arsen: Für den qualitativen Arsennachweis bei den drei verwendeten Verbindungen (As_2O_3, KH_2AsO_4, As_3O_5) erwies sich zunächst die Reduktionsfähigkeit gegenüber Silber als ausreichend. Es fällt weißes Silberarsenit bzw. rotbraunes Silberarsenat (= direkter Nachweis). Für genauere Feststellung wurden entweder mehrere Diffundate nach dem Abdunsten mit Bettendorfs Reagens (salzsaure Zinnchlorürlösung) versetzt, wodurch das Arsen der betreffenden Verbindung zu metallischem As reduziert wird (schwarz); oder es werden durch Einleiten von H_2S die Sulfide gefällt: aus wäßriger As_3O_3-Lösung zitronengelbes Arsentrisulfid; aus salzsaurer As_2O_3- oder KH_2AsO_4-Lösung gelbes Arsenpentasulfid.

Flor. Chrysanthemi und Rad. Barbasco: Wegen der geringen Menge der Inhaltsstoffe wurde für den Nachweis dieser beiden Drogen im Diffundat das biologische Verfahren gewählt. Da die Wirkstoffe beider Drogen (die Pyrethrine 1 und 2 sowie Rotenon) in Alkohol — bis zu einem gewissen Grade — löslich sind, in Wasser jedoch als völlig unlöslich bezeichnet werden (Staudinger 1924), wurde als Lösungsmittel 90prozent. Alkohol gewählt. Von je 5 Diffundaten für den alkoholischen Auszug (10 Diffundate bei der trockenen Droge) wurde der Alkohol abgedunstet und der Rückstand mit wenigen Tropfen absolutem Alkohol aufgenommen. Da statt Wasser eine, wenn auch geringe Menge Alkohol injiziert wurde, war die Beurteilung der Giftwirkung schwierig, doch ließen sich nach zahlreichen Versuchen im Verhalten der Kontroll- und der Versuchstiere Unterschiede feststellen, die einwandfrei auf die Anwesenheit von Wirkstoffen der Drogen im injizierten Diffundat schließen lassen.

d) Allgemeines Verhalten der Cuticula

Die nachstehenden Angaben machen keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sie sollen nur für einige Stoffgruppen das Verhalten gegenüber der Raupencuticula hinsichtlich der Durchdringbarkeit zeigen. Da es sich hier lediglich um eine Übersicht handelt, sind die Diffusionsergebnisse nicht näher angegeben. Aus dem gleichen Grunde sei auf die Angabe der chemischen Nachweismethoden im einzelnen verzichtet.

1. Das Verhalten der Cuticula gegen Elektrolyte und Nichtelektrolyte

Zur Nachprüfung bezüglich der Feststellung von Alexandrov und Morozov (vgl. S. 26), daß Elektrolyte die Raupencuticula schechter zu durchdringen vermögen als Nichtelektrolyte, wurden weitere eigene Untersuchungen angestellt. Sie bestätigten allgemein die Tatsache, daß einmal der bei Elektrolyten immer vorhandene „Wassermangel“ und die Eigenladung der Membran angeführt werden, dann aber die geringe Oberflächen-

aktivität der betreffenden Elektrolyte (anorganische Säuren und Basen: HCl, H_2SO_4, KOH, NaOH).

2. Das Verhalten der Cuticula gegen Stoffe verschiedener Oberflächenaktivität

Daß die Oberflächenaktivität eine Rolle spielt, geht daraus hervor, daß stark oberflächenaktive Stoffe wie einwertige Alkohole (Methylalkohol, Äthylalkohol), Aldehyde (Formaldehyd), Äther (Diäthyläther), Ester organischer Säuren (Essigsäureäthylester) gut durchzudringen vermögen, denen gegenüber Verbindungen mit geringer Oberflächenaktivität wie Hexite (Sorbit, Mamit), Aminosäuren (Glykokoll, Alanin), Disaccharide (Rohrzucker, Milchzucker) kaum oder gar nicht die Cuticula passieren können; die Molekülgröße dürfte bei diesen Verbindungen weniger in Frage kommen, da beispielsweise Alkaloide mit bedeutend größeren Molekülen die Cuticula noch durchdringen können (siehe nachstehend).

3. Das Verhalten der Cuticula gegen fette Öle und Paraffine

Fette Öle und Paraffine vermögen (auch in organischen Lösungsmitteln gelöst = Viscositätsänderung) allgemein die Raupencuticula nicht zu durchdringen, eine Tatsache, die wohl nur zu verstehen ist, wenn man sich den Bau der Cuticula vergegenwärtigt.

4. Das Verhalten der Cuticula bei Viscositätsänderung des Lösungsmittels

Viscositätsänderung der Lösungsmittel durch gelöste Stoffe führt zu einer Steigerung der Permeabilität auch bei der Raupencuticula. Verständlicherweise war auch der Grad der Durchdringung der Raupencuticula stark abhängig von der Konzentration der Lösung (Konzentrationsgefälle).

Aus den Angaben geht hervor, welche Faktoren für die Permeabilität nicht in Betracht kommen. Da es sich bei der Raupencuticula um tierische Membran handelt, wird die ohnehin sehr schwierige Permeabilitätsfrage weiterhin kompliziert, wie auch die folgenden Untersuchungen zeigen:

e) Das Verhalten der Cuticula gegen einige Kontaktgifte

Nachdem im vorhergehenden Abschnitt untersucht worden ist, welche chemischen Stoffgruppen allgemein die Raupencuticula zu durchdringen vermögen, soll im folgenden Teil speziell die Durchlässigkeit der Raupencuticula für einige in der Praxis zur Anwendung kommende Kontaktgifte untersucht werden.

In diesem Zusammenhang kam es nur auf die Feststellung der Durchdringungs*möglichkeit* als solcher an. So blieb bei diesen Untersuchungen die *Menge* unberücksichtigt und nur Wert auf einen qualitativen Nachweis gelegt. Geändert wurde nur die Konzentration der Gifte und die Zeit, so daß aus den Ergebnissen auch ohne genaue Diffusionsmengenangaben Rückschlüsse möglich waren bezüglich der Intensität der Wirkung gleicher Gifte angewendet bei verschiedenen Arten und ver-

schiedenen Entwicklungsstufen. Die Versuchstiere waren Raupen von: *Lymantria monacha* L., (L_2—L_3 und L_5), *Lymantria (Porthetria) dispar* L. (L_2 und L_5), *Dendrolimus pini* L. (L_2 und L_5) *Bombyx mori* L. (L_3 und L_5), *Macrotylatia rubi* L. (L_3 und L_5) und *Trochilium apiforme* Cl. (im Kontraktionszustand).

Geprüft wurde die Durchlässigkeit von Dorsalflächen der Cuticula für nachstehende Kontaktgifte:

1. Dinitrokresol (in Form von Detal-Merck)
   a) flüssig (Lösung)
   b) Pulver
2. Nikotin
   a) flüssig
   b) Pulver = (Merckotin)
3. Rotenon
   a) flüssig
   b) Pulver (90%)
4. Arsen (As_2O_3, KH_2AsO_4, As_2O_5)
   a) flüssig (Lösung)
   b) als Pulver
5. Flor. Chrysanthemi plv.
6. Radix Barbasco plv. (statt Derriswurzel)

Ergebnisse: Allgemein sei zunächst festgestellt, daß für alle untersuchten Kontaktgifte bei sämtlichen Arten eine Durchdringungsmöglichkeit der Cuticula nachgewiesen werden konnte. Im einzelnen lassen sich jedoch aus der Konzentration und der Form der aufgebrachten Gifte sowie aus der Zeit bis zur nachweisbaren Durchdringung Unterschiede feststellen, die geeignet scheinen, die wechselnde Wirkung einzelner Kontaktgifte auf Raupen durch den Grad der Durchdringungsmöglichkeit der Cuticula bis zu einem gewissen Grade zu erklären.

Wie aus der Tabelle 8 ersichtlich, ist eine ziemlich gleichmäßige Abnahme festzustellen bei den einzelnen Giften von der Form der Lösung über den Feuchtversuch zum Trockenversuch. Also auch hier wieder eine Bestätigung für die Annahme, daß die Durchdringung der Cuticula durch Kontaktgifte bei Gegenwart von Wasser oder Feuchtigkeit schneller stattfindet d. h. die Diffusion ist erleichtert, wenn auf der Oberfläche der Cuticula Lösungsmittel vorhanden ist.

Für alle untersuchten Kontaktgifte ließ sich feststellen, daß zeitliche Unterschiede der Durchdringungsgeschwindigkeit bestehen. Dabei sind die Unterschiede zwischen der gelösten Form und den Feucht-Trockenversuchen bei allen Giften und Tierarten ziemlich gleichmäßig, während die Zeiten der einzelnen Gifte untereinander sehr differieren. Das hängt wiederum einmal mit der Art der Wirksamkeit der Inhaltsstoffe zusammen (Dinitrokresol

Tabelle 8

Art und Stadium	*L. monacha* L_3	*L. monacha* L_5	*L. dispar* L_5	*D. pini* L_3	*D. pini* L_5	*B. mori* L_3	*B. mori* L_5	*M. rubi* (Erw.)	*Troch. apiforme* (Kontrakt.)
Dinitrokresol (alkohol. Lösung)	10	25	25	30	35	20	25	35	35
Dinitrokresol (wässer. Lösung) .	20	45	55	55	65	30	45	60	55
Dinitrokresol (Pulver, feucht) .	45	80	—	80	95	—	—	—	—
Dinitrokresol (Pulver, trocken) .	50	85	—	90	100	—	—	—	—
Nikotin pur.	3	6	6	5	7	3	4	5	5
Nikotin (1prozent. Lösung) . .	45	60	60	80	85	50	55	70	60
Nikotin (Merckotin feucht) . .	50	65	—	60	65	—	—	—	—
Nikotin (Merckotin trocken) .	75	90	—	75	80	—	—	—	—
Rotenon pur. 90prozent. (im Alkohol 50prozent.) . . .	40	50	40	40	60	40	45	60	40
Rotenon (Pulver, feucht) . .	70	95	—	75	100	—	—	—	—
Rotenon (Pulver, trocken) . .	80	110	—	85	100	—	—	—	—
As_2O_3 (heiß ges. Lösung) . .	40	55	55	50	70	45	45	65	50
KH_2AsO_4 (heiß ges. Lösung) .	40	60	65	50	65	45	50	65	40
As_2O_5 (heiß ges. Lösung) . .	35	50	60	40	50	45	45	60	55
As_2O_3 (Pulver, feucht) . . .	80	95	—	85	100	—	—	—	—
KH_2AsO_4 (feucht)	70	80	—	60	85	—	—	—	—
As_2O_5 (Pulver, feucht) . . .	75	80	—	70	85	—	—	—	—
As_2O_3 (Pulver, trocken) . . .	110	115	—	115	130	—	—	—	—
KH_2AsO_4 (trocken)	100	115	—	110	120	—	—	—	—
As_2O_5 (trocken)	110	115	—	120	120	—	—	—	—
Flor. Chrysanthemi (alkohol. Auszug 1 : 5)	50	60	—	50	70	—	—	—	—
Flor.Chrysantemi(Pulver,trock.)	75	80	—	75	90	—	—	—	—
Radix Barbasco (alkohol. Auszug 1 : 5)	85	95	—	85	105	—	—	—	—
Radix Barbusco (Pulver, trocken)	110	115	—	115	125	—	—	—	—

und Rotenon benötigen eine längere Zeit bis zur Wirkung als die Pyrethrine und Nikotin), und zweitens mit der Artzugehörigkeit des Versuchstieres sowie dem Entwicklungsstadium. Die Cuticula der Jungraupen von *L. monacha* und *D. pini* und *B. mori* wird von allen Giften schneller durchdrungen als bei den entsprechenden Altraupen. Die allgemein für bestimmte Wirkstoffe empfindlicheren[1]) Arten (*L. monacha*, *B. mori*) sind ebenfalls durchlässiger als die als resistent bekannten Arten (wie etwa Altraupen von *D. pini*). So ist die Differenz zwischen der L_3 von *monacha* und L_3 von *pini* bei Dinitrokresol im Pulverversuch fast das Doppelte an Zeit, während bei Pyrethrum sogar die Zeiten für *D. pini* unter denen von *monacha* liegen. In der Tat sind auch Nonnenraupen für Dinitrokresol

[1]) Hier nur in relativem Sinn.

empfindlicher als *pini*-Raupen. Für Pyrethrum ist die Wirksamkeit etwa gleich. Bei Rotenon liegt der Fall ähnlich während bei Nikotin die Differenz wieder größer ist (dem Detal entsprechend). Bei den Arsenverbindungen sind die Diffusionszeiten wieder ausgeglichener, die Differenzen sind bei allen Tieren untereinander normal. Hier scheint im Vergleich zur Wirksamkeit im Bestäubungsversuch die Zeitdifferenz sehr gering. Die drei Arsenverbindungen wirken recht unterschiedlich bei einem Bestäubungsversuch. Doch muß beachtet werden, daß der chemische Nachweis sehr fein ist und, daß etwa im Vergleich zu den pflanzlichen Wirkstoffen wie: Pyrethrum usw. die „dosis letalis" ohnehin ganz erheblich größer ist.

Wenn für die wasserunlöslichen Wirkstoffe (Pyrethrine und Rotenon) zum Teil Alkohol benutzt wurde, so ändert das an der grundsätzlichen Feststellung der Durchdringungsmöglichkeit nichts; soll doch zunächst nur bewiesen werden, daß der Wirkstoff die Cuticula durchdringen kann. Die beste Art der Lösung wird später zu prüfen sein bei einer genauen Untersuchung der Inhaltsstoffe der Cuticula und der Art ihrer Sekrete im Hinblick auf ihre Lösungsmöglichkeit durch die Gifte. Daß das Lösungsmittel eine Rolle spielt zeigen die für Dinitrokresol angeführten Zahlen: Wurde Alkohol als Lösungsmittel verwendet, so verringerten sich die Diffusionszeiten bis zum Nachweis fast um die Hälfte.

Weiter spielt die Konzentration eine erhebliche Rolle: Bei Nikotin steigt die Zeit bis zur Nachweisreaktion vom reinen Nikotin bis zur 1prozent. Lösung um das Zehn- bis Fünfzehnfache.

Zusammenfassung:

Für Dinitrokresol (Detal-Merck), Rotenon, Nikotin, Arsen (As_2O_3, KH_2AsO_4, As_2O_5) wird der chemische Nachweis, für Flor. Chrysanthemi und Rad. Barbasco (statt Derriswurzel) der biologische Nachweis ihrer Durchdringungsfähigkeit durch die Cuticula verschiedener Insektenarten (*L. monacha* L., *D. pini* L., *P. dispar* L., *B. mori* L., *M. rubi* L. und *T. apiforme* Cl.) geliefert. Die genannten Stoffe gehen, wenigstens soweit es sich um chemisch nachweisbare handelt, keinerlei Veränderungen beim Durchdringen durch die Insektenhaut ein.

7. Die giftdurchlässigen Stellen der Cuticula

Nachdem im vorhergehenden nachgewiesen worden ist, daß die in der Praxis verwendeten Kontaktgifte die Raupencuticula zu durchdringen vermögen, ergab sich die Frage: an welchen Hautstellen die Kontaktgifte die Cuticula durchdringen.

Bisher war man durch Aufbringen von Giften auf bestimmte (isolierte) Körperregionen zu der Annahme gekommen, daß die Cuticula an gewissen Stellen leichter als an anderen — oder überhaupt nur an einzelnen Stellen — durchdringbar ist (vgl. Literaturübersicht). Die betreffenden Stellen sind jedoch nicht einwandfrei ermittelt worden.

Ausgehend von dem Gedanken, daß die Sichtbarmachung eines Kontaktgiftes beim Austritt aus der Cuticula mittels einer Farbreaktion die durchlässigen Stellen direkt kennzeichnen müsse, wurde die für den Nikotinnachweis benutzte Phosphorwolframsäurelösung wegen der außerordentlichen Empfindlichkeit der Reaktion für diese Versuche herangezogen. Die Versuchsanordnung war die gleiche wie oben, nur daß an Stelle des Reagensschälchens eine plangeschliffene Cuvette mit der Reagenslösung benutzt wurde; hierdurch war eine bessere Beobachtung und das Festhalten auf der photographischen Platte möglich.

Von einer Färbung des Giftes wurde abgesehen, da Farbstoffe allgemein schlechter durchdringen als die Gifte selbst und so die Austrittsstellen des eigentlichen Giftstoffes nicht sichtbar werden.

Um den Versuch von Anfang an zu beobachten, wurde das Nikotin erst in das Versuchsröhrchen gefüllt, wenn die Cuticula bereits mit dem Reagens in Berührung war.

Die Cuticula wurde zunächst, wie immer, so gespannt, daß das Gift von der Außenseite der Haut nach innen drang und so die Austrittsstelle an der Hypodermis sichtbar wurde. Im anderen Versuche wurde die Cuticula umgekehrt gespannt und die Hypodermisseite mit dem Nikotin in Berührung gebracht und so die Beobachtung des Giftaustritts aus der Epicuticula ermöglicht. Je nach der Konzentration der Nikotinlösung zeigte das Reagens nach kürzerer oder längerer Zeit das erste diffundierte Nikotin an. Zunächst sind es einige wenige punktförmige Stellen aus denen das Nikotin dringt; dann aber wächst rasch ihre Zahl und meist schon nach kurzer Zeit ist das in Abb. 4—6 dargestellte Bild zu sehen.

Bei sämtlichen untersuchten Arten und Entwicklungsstufen kam immer das gleiche Bild zustande, nur die Zahl der punktförmigen Austrittsstellen sowie die Stärke der Fällungsstreifen, die in ihrer Gesamtheit wie ein feiner Strichregen aussahen, wechselten von Art zu Art, aber auch innerhalb ein und derselben Art. Im letzten Falle ergaben sich auffallende Unterschiede selbst bei Tieren der gleichen Altersstufe. Die Zahl der Austrittsstellen schwankte zwischen 16 und 48 auf der Fläche des Normalröhrchens (22 qmm). Die Zahl ist bei ein und derselben Art im gleichen Alterstadium durchaus nicht immer gleich.

Bemerkenswert ist, daß das Bild der Diffussionsstreifen für beide Seiten der Cuticula gleich ist. Wenigstens dann, wenn Hautstücke ein und derselben Körperregion für den Versuch Verwendung finden. Die Tatsache läßt vermuten, daß eine bestimmte Schicht der Cuticula für die Durchlässigkeit als solche maßgebend ist. Zwecks Klärung dieser Frage wurde wieder wie oben bei den Untersuchungen über die Frage, welche Schicht eine größere oder geringere Permeabilität bedingt (vgl. S. 523), einmal natürlich abgebaute Cuticula und in weiteren Versuchen künstlich abgebaute Cuticula für die Versuche herangezogen.

Die natürlich abgebaute Cuticula zeigte genau das gleiche Bild wie im oben geschilderten Versuch: beiderseits waren gleiche punktförmige Austrittsstellen zu beobachten. War die Hypodermis durch Säurebehandlung (s. S. 524) zum Teil abgebaut, so blieb das Bild ebenfalls gleich;

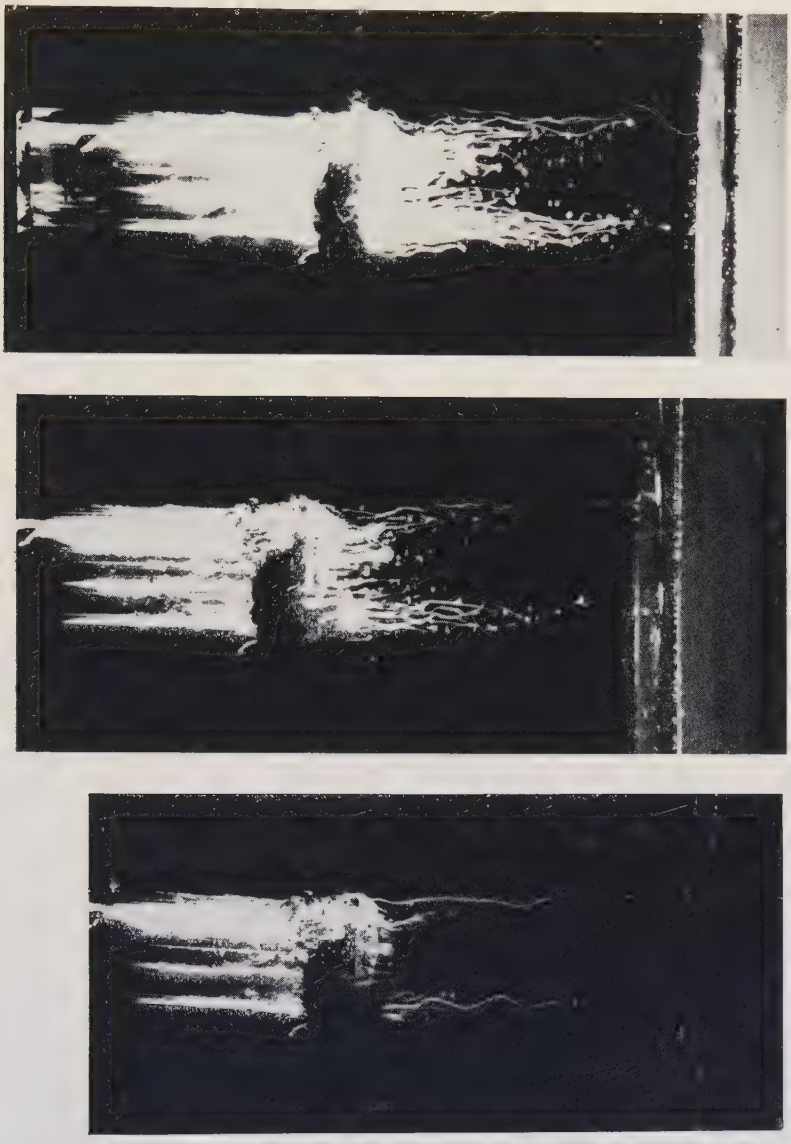


Abb. 4—6. Das punktförmige Durchdringen von Nikotin durch die Raupencuticula in verschiedenen Zeitabständen, sichtbar gemacht durch Phosphorwolframsäurelösung

wurde jedoch die Epicuticula zum Teil durch Laugenbehandlung (s. S. 524) zerstört, so gab es eine ganze diffuse Fällung an der angegriffenen Stelle der Cuticula. Hierdurch wird klar, daß die Epicuticula an sich eine gleichmäßige Durchlässigkeit für Gifte be-

sitzt (der Bau ist gleichmäßig!), daß aber der Grad der Austrittsmöglichkeit für einen Stoff bedingt ist durch die Art und die Stärke der darunterliegenden Schichten. Die genaue Kennzeichnung der Austrittsstellen des Giftes gelang mit Hilfe der Berlinerblaureaktion, indem als Reagens Ferrosalzlösung und als Reaktionsmittel Ferrisalzlösung verwendet wurde. Beim Durchdringen der Ferrisalzlösung entsteht an den Austrittsstellen mit der Ferrosalzlösung eine blaue Färbung. Die mikroskopische Untersuchung der so behandelten Cuticula zeigte, daß als Austrittsstellen in erster Linie die Haarporenmembranen in Frage kommen (wie schon Wilcoxon und Hartzell 1932 und Sprengel 1934 vermuten), doch waren immer noch andere Stellen punktförmig angefärbt über deren Baueigentümlichkeit jedoch nichts Näheres ermittelt werden konnte. Es scheint also die Gesamtcuticula dünnere Stellen — vielleicht Poren — zu enthalten, durch die Kontaktgifte diffundieren können. Zu diesen dünnen Stellen gehören die Haarporenmembranen, also jene Stellen, wo in der Epicuticula ein Haar inseriert; an diesen Stellen liegen unter der Epicuticula wenig oder keine anderen Schichten. Ob die anderen punktförmigen Stellen, aus denen die Gifte auch austreten, Mündungen von Hautdrüsenausfuhrkanälen sind, über denen ebenfalls nur noch die Epicuticula liegt und durch die die Sekrete durch Diffussion an die Oberfläche gelangen, liegt im Bereich des Möglichen, konnte jedoch noch nicht einwandfrei geklärt werden.

In genau derselben Weise wurden dann späterhin auch für Arsenverbindungen und ebenso für Rotenon die Stellen, an denen das Gift die Cuticula zu durchdringen vermag, direkt nachgewiesen werden. (Für Phyrethrin war mangels einer geeigneten Nachweismethode die Sichtbarmachung der durchlässigen Stellen nicht möglich, doch darf angenommen werden, daß auch bei ihm die Durchtrittsstellen des Giftes die gleichen sind wie bei den anderen Giftstoffen.)

8. Die Durchlässigkeit lebendfrischer und „toter" Cuticula

Bei allen genannten Versuchen über die Durchlässigkeit der Cuticula kann der Einwand gemacht werden: die Versuche seien sämtlich an der „toten" Membran gemacht und es sei fraglich, ob die „lebende" Raupenhaut ebenso reagiere. Nach Brightwell (1938) steht es keineswegs fest, daß die Cuticula von Insekten insgesamt eine tote Membran ist.

Um zu sehen, wie einwandfrei „lebende" Raupenhaut sich verhält, wurde eine lebende Raupe von *B. mori* so in eine mit Reagenslösung (Phosphorwolframsäure) gefülle Cuvette gehängt, daß das Abdomen herausragte. Durch das Abdomen wurde dann reines Nikotin injiziert. Innerhalb kürzester Zeit und noch während der Raupenkörper Bewegungen ausführte, war zu beobachten, daß aus zahlreichen erst punktförmigen Hautstellen des ganzen lebenden Raupenkörpers Nikotin diffundierte.

Mit anderen Raupenarten wiederholte Versuche zeigten das gleiche Bild. Es verhält sich also die Cuticula einwandfrei „lebender" Tiere genau so wie die in den obigen Versuchen vorbehandelte.

Auf Grund aller Versuche kann angenommen werden, daß die Permeabilität der Raupencuticula im wesentlichen mechanisch (passiv) ist, d. h. die Permeabilität der Cuticula ist an rein physikalische und physikalisch-chemische Vorgänge gebunden und nicht von Lebensvorgängen abhängig. Die Permeabilität besteht also immer und kann nicht etwa als Ausdruck eines „aktiven Importvermögens" der Matrixzellen angesprochen werden. Damit ist zugleich die oft geäußerte Ansicht[1]), Kontaktgifte gelangten erst nach Lösung einer Lipoidmembran in den Körper des Tieres, widerlegt und hinfällig.

Eine Erklärung für die verschiedene Wirksamkeit von Kontaktgiften dürfte also einmal in der Beschaffenheit der Membran d. h. der Epicuticula (Stärke, Größe der ultravisiblen Membranporen) und zweitens in der Ausbildung der unter der Epicuticula liegenden Schichten, die in ihrer Stärke und Dichte ebenfalls verschieden sein können, zu suchen sein.

Für ein Durchdringen der Membran von Bedeutung ist außer der Beschaffenheit der Cuticula insgesamt die Molekülgröße und die Oberflächenaktivität des Stoffes (Gift) die Gegenwart von Lösungsmitteln (Wasser, Sekrete) und vielleicht auch noch die Eigenladung der Membran. Es ist also nicht ein einziger Faktor, sondern mehrere, die für ein besseres oder schlechteres Durchdringungsvermögen von Kontaktgiften durch die Raupencuticula Bedeutung besitzen können.

Zusammenfassung

1. Der Aufbau der Insektencuticula und die isolierte Grenzlamelle der Versuchsobjekte werden beschrieben.

2. Für die Durchlässigkeit — gemessen an der Wasserverdunstung — ist die Grenzlamelle von ausschlaggebender Bedeutung.

3. Eine Verätzung oder anderweitige Verletzung der Grenzlamelle durch die angewendeten Kontaktgifte findet nicht statt.

4. Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit vor und während der Giftbestäubung (bei gleichbleibender Temperatur) hat Verkürzung der Giftwirkungszeit zur Folge. Temperaturänderungen (bei gleichbleibender relativer Luftfeuchtigkeit) führen ebenfalls zu einer Verkürzung der Giftwirkungszeit, jedoch nicht in demselben Ausmaß. Tropfbar flüssiges Wasser in feinster Verteilung (Vernebelung) verkürzt bei einigen Giftstoffen (Dinitrokresol in Form von Detal) die Giftwirkungszeit erheblich.

[1]) Vgl. u. a. Umbach (1934).

(5. Als Nebenergebnis resultierte: Viscositätsänderungen eines Lösungsmittels durch einen gelösten Stoff erhöhen das Durchdringungsvermögen der Lösung.)

6. Für Dinitrokresol (Detal, Merck), Nikotin, Rotenon, Arsen (As_2O_3, KH_2AsO_4, As_2O_5) wird der chemische Nachweis, für Flor. Chrysanthemi und Rad. Barbasco (statt Derriswurzel) der biologische Nachweis ihrer Durchdringungsfähigkeit durch die Cuticula verschiedener Insektenarten *L. monacha* L., *D. pini* L., *P. dispar* L., *B. mori* L., *M. rubi* L. und *T. apiforme* Cl.) erbracht. Die genannten Stoffe gehen, wenigstens soweit es sich um chemisch nachweisbare handelt, keinerlei Veränderungen beim Durchdringen durch die Haut ein.

7. In der Struktur der Cuticula der untersuchten Raupen ließen sich durch Farbreaktion die für Giftstoffe durchlässigen Stellen unmittelbar nachweisen. Sie liegen hauptsächlich in den Haarporenmembranen, sind aber auch sonst noch punktförmig über die ganze Haut verteilt.

8. Es wird wahrscheinlich gemacht, daß die Permeabilität der Raupencuticula ein rein mechanischer Vorgang ist.

Literaturverzeichnis

1. Alexandrov, W. J., Permeability of Chitin in some *Dipterous*-Larvae. Acta Zoologica **16**, 1935.
2. Bateman, Osmotic and ionic Regulation in the Shore — Crab. Journ. of Exp. Biology **10**, 1933, S. 335.
3. Beilstein, F. K., Prager, B., Jakobson, P., Handbuch der organischen Chemie **1—6**. Berlin 1918—1923.
4. Brightwell, S. T. P., A Method for Investigating Membrane-Permeability. Bullet. of Ent. Research. **29**, 1938, S. 391—403.
5. Buchmann, W., Versuche zur quantitativen Wertbestimmung von Pyrethruminsektenpulver durch den physiologischen Tierversuch. Zeitschr. für Desinfektion und Gesundheitswesen **22**, 1939, S. 414—418.
6. v. Buddenbrock und v. Rohr, Die Atmung von *Dixippus morosus*. Zeitschr. für allgemeine Physiologie **20**, 1923, S. 413.
7. Dewitz, H., Einige Beobachtungen, betreffend das geschlossene Tracheensystem bei Insektenlarven. Zoologischer Anzeiger **13**, 1890, S. 525—531.
8. Eidmann, H., Die Durchlässigkeit des Chitins bei osmot. Vorgängen. Biologisches Zentralblatt **24**, 1922, S. 429—435.
9. Escherich, K., Ein neuer Fortschritt in der Forstschädlingsbekämpfung. Zeitschr. „Silva" 19. Jahrg., 1931, S. 257—259.
10. Flury, F., Die Permeabilität der Haut für Arzneien und Gifte. Kongreßbericht des internationalen Physiologenkongresses Zürich 1938.
11. Fraenkel G., und v. Herford, G. V., The Respiration of Insects trough the Skin. Journ. of Exp. Biology **16**, 1938.
12. Graetz, E., Über die Permeabilität der Froschhaut. Biologisches Zentralblatt **54**, 1934, S. 292—299.
13. Granowsky, A., A Control of Grashoppers by Airplane Dusting. Journ. of Econ. Ent. **19**, 1934, S. 791—795.
14. Gößwald, K., Die Wirkung des Kontaktgiftes Pyrethrum auf Forstschädlinge unter dem Einfluß der Physiol. Disposition der Schädlinge und der Einwirkung der ökologischen Valenz. Zeitschr. f. angew. Entomologie **20**, 1933, S. 489—530.

15. Hockenyos, G. L., The Mechanism of Absorption of Sodium Fluoride by Roaches. Journ. of Econ. Ent. **26**, 1933, S. 1162—1169.
16. Ivanova, P. G., The Permeability of the Integument of Insects with Regard to Anabasine. Ref. i. Revew of appl Entomol. **25**, 1937, S. 799.
17. Klein, G., Handbuch der Pflanzenanalyse Bd. 4. S. 831. Berlin 1933.
18. Krogh, A., In: Transactions of the Faraday Society **33**, 1937, S. 912.
19. Krüger, F., Untersuchungen über die Giftwirkung von Dalmatinischem Insektenpulver auf die Larven von *Corethra plumicornis*. Zeitschr. f. angew. Entomologie **18**, 1931, S. 334—353.
20. Kühnelt, K., Über den Bau des Insektenskelettes. Zoologische Jahrbücher **50**, Abt. Anatomie 1928/29.
21. Lepesme, P., L'action externe des arsenicaux sur le criquet pelerin. Bulletin de la Societé d'histoire naturelle de L'Afrique du Nord **28**, 1937, S. 88—103.
22. Morozov, S. F., The Penetration of Contact Insecticides Part 1. Plant Protection **6**, S. 38—58. Leningrad 1935. Ref. i. Review of Appl. Ent. **24**, 1936, S. 587.
23. O'Kane, U. C., und Glover, L. C., Penetration of Arsenic into Insects. Studies of Contact Insecticides. Techn. Bull. N. H. agric. Exp. Sta. **63**, 1935, S. 8—17.
24. Pilat, M. V., Permeability of the Chitin of Insects entomogenous Fungi. Rev. of Appl. Ent. Ser. A **27**, 1939, S. 307.
25. Poulsson, E., Lehrbuch der Pharmakologie für Ärzte und Studierende. Leipzig 1937.
26. Rosenthaler, L., Der Nachweis organischer Verbindungen. 2. Aufl. Stuttgart 1923.
27. Sprengel, L., Gegenwärtiger Stand der Kenntnisse über Pyrethrum als Insektengift. Anzeiger f. Schädlingskunde **10**, 1934, S. 1—7.
28. Staudinger, H., und Ruzicka, L., Insektentötende Stoffe 1. Helvetica Chimica Acta **7**, 1924, S. 177—201.
29. Tischler, N., Studies on how derris kill insects. Journ. of Econ. Entom. **28**, 1935, S. 215—220.
30. Trappmann, W., Schädlingsbekämpfung. Leipzig 1927.
31. Umbach, W., Untersuchungen über die Wirkungsweise von Kontaktgiften. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft 1934, S. 216—218.
32. Weber, H., Lehrbuch der Entomologie. Jena 1933.
33. Wilcoxon, F., und Hartzell, A., Some Factors effecting the Efficiency of Contact Insecticides, 2. Chemical and toxicological Studies of Pyrethrum, 3. Further chemical and toxicological studies of Pyrethrum **4**, 1932, S. 107—117; **5**, 1933, S. 115—127.
34. Wigglesworth, V. B., Insect Physiology. London 1934. — Ders., The Physiology of the Cuticle and of Ecdysis of Rhodnius. Quarterly Journ. of microscopical science **76**, 1934.
35. Zacher, F. Neue Untersuchungen über die Einwirkung oberflächenaktiver Pulver auf Insekten. Verhandl. der Deutsch. Zoologischen Gesellschaft **39**, 1937, S. 264—271.
36. Zakharov, L. Z., The Question of the Action of Arsenical Preparations in Contact with Locusta migratoria. Bull. N. Caucas. Pl. Prot. Sta. **3**, 1927, S. 197—203.
37. Zwölfer, W., Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Zeitschr. f. angew. Entomologie **19**, 1932, S. 497—513.

(Aus dem Laboratorium für physiologische Zoologie der Biologischen Reichsanstalt zu Berlin-Dahlem)

Köderungsversuche mit Kleidermotten

Von

Albrecht Hase

(Mit 4 Abbildungen in 12 Einzelbildern)

Inhalt

Seite

1. Vorgeschichte 550
2. Einzelbemerkungen über das Problem der Anlockung und Abschreckung von Schädlingen im allgemeinen 551
3. Angaben über die Droge Flores Stoechados 554
4. Anordnung und Durchführung der Versuche 555
5. Ergebnisse der Versuche 560
6. Zusammenfassung und Schluß 567
7. Schriftverzeichnis 569

1. Vorgeschichte

Im August 1938 wurde bei der Biologischen Reichsanstalt zu Berlin-Dahlem angefragt, ob „irgendeine Witterung, vielleicht pflanzlicher Art, bekannt ist, welche Motten und deren Brut anzieht“[1]). Es wurde geantwortet, daß pflanzliche Stoffe, von denen nachgewiesen ist, daß sie Kleidermotten und deren Brut anziehen, hier nicht bekannt seien. Im September des gleichen Jahres wurde die Anfrage nochmals in etwas erweiterter Form wiederholt, nämlich, ob ein Stoff bekannt sei, welcher einen Mottenköder darstelle. Im gleichen Schreiben wurde darauf hingewiesen, daß von anderer Seite aus[2]) eine Mottenfalle hergestellt

[1]) Firma: Hannoversche Ultramarinwerke, Laux & Vaubel Nachf., Hannover.

[2]) Firma: Arthur Mühlpfordt, Halle a. d. S., Gütchenstr. 20a. Die von dieser Firma hergestellte Mottenfalle DRP. a. wird wie folgt beschrieben: „Die Falle hat oben eine gelochte Lasche, welche zur Befestigung und Aufhängung in Schränken oder sonst gefährdeten, möglichst dunklen Stellen bestimmt ist. Das ausgestanzte Loch der Aufhängelasche ist gleichzeitig das Einschlupfloch, wodurch die Motten die Witterung aufnehmen und auf den darunter befindlichen Lauf- und Gleitsteg gelangen, der sie nach unten befördert. Auf dem Boden der Falle ist eine Stoffrolle mit Witterung befestigt; hier haben die Motten Gelegenheit, ihre Eier abzulegen bzw. die Brut sich einzunisten. Unter dem oben genannten Laufsteg befindet sich ein Leimring, der den meist kriechenden Motten den Rückweg versperrt, ein etwaiges Fliegen nach oben verhindert der Gleitsteg und die Konstruktion der Falle.“

und angeboten worden sei, in dem eine „Stoffrolle mit Witterung" befestigt ist. In nachfolgendem Briefwechsel teilt die anfragende Firma ergänzend mit, ihr seien folgende Kleidermotten anlockende Köder genannt worden: 1. Flores Stoechados, 2. Essigsprit mit Amylazetat gemischt und sehr verdünnt, 3. Schwarzbier und Zucker oder Honig mit etwas Apfel- bzw. Birnenfruchtäther versetzt. — Daraufhin wurde der Firma durch die Biologische Reichsanstalt wie folgt erwidert: Die unter 2. und 3. genannten Ködermittel seien den Entomologen natürlich längst bekannt. Ebenso sei es bekannt, daß wäßrige Lösungen eine gewisse anlockende Wirkung ausüben. Betreffend der Droge Flores Stoechodas finde sich in älteren Kräuterbüchern der Hinweis, daß sie ein Mottenschutzmittel sei, daß aber irgendwelche wissenschaftliche Grundlage für die Behauptung nicht vorhanden wäre. Die Biologische Reichsanstalt wäre bereit, orientierende Versuche mit Flores Stoechados durchzuführen. — Daraufhin hat die Firma genügende Versuchsmengen von Flores Stoechados[1]) übersandt, und orientierende Versuche wurden von einer Dienststelle der Biologischen Reichsanstalt im Dezember 1938 aufgenommen.

Aus diesem kurzen Tatsachenbericht geht hervor, daß die nachfolgend geschilderten Versuche zunächst auf eine Anregung von seiten der Praxis eingeleitet wurden. Die aufgeworfene Sonderfrage fällt in das große, in neuerer Zeit von verschiedener Seite aus bearbeitete Gebiet: Anlockung oder Abschreckung von Schadinsekten durch Duftstoffe irgendwelcher Art oder Herkunft. Der einen Dienststelle der BRA. (Laboratorium für physiologische Zoologie) war gerade zur genannten Zeit aufgetragen worden, sich mit dieser umfassenden und für die praktische Entomologie so wichtigen Frage zu befassen[2]). Die mit Rücksicht auf die praktischen Verhältnisse formulierte Frage lag somit in der vorgenommenen Arbeitsrichtung.

2. Einige Bemerkungen über das Problem der Anlockung und Abschreckung von Schädlingen im allgemeinen

Bevor die Versuche und ihre Ergebnisse im einzelnen dargelegt werden, seien noch einige allgemeine Bemerkungen vorausgeschickt. Den gesamten Fragenkomplex eingehend zu erörtern, würde eine gesonderte Arbeit bilden. Dies ist hier nicht beabsichtigt[3]).

[1]) Unterm 11. November 1938 wiesen die Hannoverschen Ultramarinwerke noch darauf hin, daß auch echte Arnikablüten ihr als Anlockungsmittel für Kleidermotten angeboten worden seien.

[2]) Dem Reichsforschungsrat (Abt. Landbauwissenschaft und allgemeine Biologie) sowie der deutschen Forschungsgemeinschaft (Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft) danke ich auch an dieser Stelle für die gewährte Sachbeihilfe.

[3]) An anderer Stelle habe ich mich ziemlich ausführlich mit diesen Fragen befaßt, soweit sie dem Schutz vor Ungeziefer, d. h. der Parasiten des Menschen betreffen. Es handelt sich hierbei grundsätzlich um das gleiche Problem. Vgl. Hase: Schutz vor Ungeziefer. Tatsachen und Probleme. Münch. med. Wochenschr. 1939, Nr. 46.

Daß Insekten ihre Geruchs- und Geschmacksorgane (d. h. ihre chemischen Sinne) zum Auffinden der brünstigen Geschlechtspartner, sowie zur Wahl geeigneter Nahrung für sich und zur Unterbringung ihrer Eier gebrauchen, ist eine alte Schulweisheit. Wahrscheinlich werden auch die mannigfaltigen Tastorgane und bei manchen Arten auch die Chordotonalorgane mit in den Dienst dieser lebenswichtigen Vorgänge gestellt. —

Leider kann man damit für die von Fall zu Fall viel enger gefaßten Fragen und besonderen Bedürfnisse der Schädlingsbekämpfung zunächst nicht viel anfangen. Die Praxis verlangt nämlich, allgemein gesprochen, Mittel, welche das gewöhnliche Verhalten bestimmter Schädlinge ab- oder umlenken in einem vom Schädlingsbekämpfer gewollten Sinne zu einem ganz bestimmten, praktisch erstrebten Ziele hin. Es sollen Duftstoffe (chemisch-physikalisch gesprochen, flüchtige Substanzen, die auf größere Entfernung hin wirken) oder Geschmacksstoffe (gelöste Substanzen, die nur in unmittelbarer Berührung mit Geschmacksorganen einen Reiz ausüben) auf den Schädling so wirken, daß er die gewöhnliche Nahrung nicht mehr aufsucht, findet, bzw. frißt, oder die Unterbringung der Brut an den Pflanzen, Rohstoffen usw. unterläßt, die er sonst mit Vorliebe dazu wählt. Meist werden Duftstoffe verlangt, die in Verbindung mit mechanisch wirkenden Fallen auf die freibeweglichen, geschlechtstüchtigen Vollkerfe oder Larven wirken sollen. Aber auch Geschmacksstoffe sind erwünscht, die auf Nährpflanzen oder Nahrungsstoffe bestimmter Schädlinge gespritzt oder gestäubt, fraßverhindernd wirken sollen, ohne direkt giftig zu sein. Ob es sich um natürliche oder synthetische Mittel handelt, ist für die praktischen Zwecke ziemlich belanglos, wenn die wirtschaftliche Seite dieser Aufgabe erfüllt ist und diese lautet: die verlangten Lock- oder Schreckmittel (letztere auch als Abwehrmittel bezeichnet) sollen in sehr geringen Mengen wirken, und sie müssen jederzeit in größeren Mengen beschaffbar sein[1]).

Sowohl beim Lock- wie beim Schreckmittel soll die Wirkung gleichsam zwingend sein. Das würde aber physiologisch betrachtet folgendes bedeuten: Wenn ein Schädling in das Duftbereich dieses Stoffes gelangt, dann wird seine räumliche Orientierung infolge der Reizwirkung so nachhaltig beeinflußt, daß er sich vom Duftzentrum nur noch zu entfernen sucht oder es nicht mehr aufsucht (Schreckmittel), oder sich zum Duftzentrum nur noch hinbewegt (Lockmittel, Attracktivstoffe). Beim Lockmittel soll das Duftzentrum natürlich möglichst innerhalb einer für diesen

[1]) Als klassisches Beispiel für ein wirksames Mottenschreckmittel sei das „Eulanverfahren" der I. G. Farbenindustrie Leverkusen genannt, das nach jahrelanger Zusammenarbeit von Entomologen, Chemikern und Textilfachleuten zu einem vollen Erfolge führte. Vgl. Hase: Wollschutz durch Eulane gegen Motten- und Anthrenusfraß. Melliand-Textilberichte Heidelberg 1937, Nr. 11 und 12. In dieser Arbeit ist auch die wichtigste Literatur über die Biologie der Kleidermotte zusammengestellt.

Zweck gebauten Falle liegen, da beim Fallenfang auch die endgültige Vernichtung sichergestellt wird und nicht, wie beim Schreckmittel, nur eine Vertreibung der Schädlinge. — Der Gedanke, Sexualduftstoffe als Lockmittel zu gebrauchen, ist schon vor längerer Zeit geäußert worden. Da es aber noch nicht gelungen ist, diese Stoffe chemisch zu isolieren, zu analysieren und synthetisch herzustellen, so konnte dieser Gedanke noch nicht in großem Maßstabe in die Praxis umgesetzt werden, so aussichtsreich er an und für sich ist. Bei Versuchen nach dieser Richtung hin mußten daher die Duftstoffträger selbst (in der Regel die Weibchen) als Lockmittel verwendet werden, was voraussetzt, stets genügend Weibchen für Großbekämpfungsmaßnahmen zur Verfügung zu haben. In gewissem Sinne erschwerend kommt noch hinzu, daß Sexualduftstoffe — die typischsten Attraktivstoffe — meist streng art-spezifisch sind und daher nur bei Bekämpfungsmaßnahmen einer ganz bestimmten Schädlingsart in Betracht kommen. In neuerer Zeit hat Götz (1940) durch schöne Großversuche gezeigt, daß einer der gefährlichsten Weinbauschädlinge (der Traubenwickler) auf geschilderte Weise bekämpft werden kann. Ergänzend sei auch auf neue Versuche mit Schreck- bzw. Vergällungsmitteln hingewiesen. Thiem (1940) und Thiem und Sy (1940) untersuchten unter anderen Präparaten Tetramethylthiuramdisulfid — also einen synthetischen Körper — und fanden, daß er in gewissem Grade sowohl Maikäferfraß an Laubgewächsen, als auch Taubenfraß an Saatgut verhindert. Diese Beispiele zeigen, daß man diesem Problem jetzt wesentlich mehr Aufmerksamkeit zuwendet als in früheren Jahrzehnten. Welche außerordentlich praktische Bedeutung die wirksamen Köderverfahren auch für uns besitzen, hat schon vor bald 20 Jahren Trappmann (1924) nachdrücklich betont unter Hinweis auf die Erfolge, welche in Italien und Griechenland bei der Bekämpfung der Olivenfliege mittels flüssiger Arsengiftköder erzielt worden sind.

Es ist ein weitverbreiteter Wunsch unter den Praktikern, daß die Chemie in engster Verbindung mit der angewandten Entomologie in Zukunft sowohl synthetische als auch naturgegebene Präparate auf den Markt bringen möchte, welche, in oben dargelegter Weise physiologisch zwingend wirkend, die Bekämpfung unserer Großschädlinge vereinfacht. Man würde dann die mit vielen hygienischen Nachteilen behafteten giftigen, meist arsen- und bleihaltigen Spritz- und Stäubemittel entbehren können. Daß derartige Wünsche und Forderungen erhoben werden, dafür sollen nur einige Beispiele aus jüngster Zeit gebraucht werden. — Man weist dabei zunächst auf die eingangs erwähnte Tatsache hin, daß in der freien Natur die Insekten auch immer die richtigen Nährpflanzen oder sonstigen Nährstoffe im Lebensraum durch ihre Geruchsorgane finden. Dann wird in den einschlägigen Schriften immer wieder von Fällen berichtet, in welchen eine bestimmte Pflanze, ein bestimmter Stoff die Eigenschaften besitze, gewisse Insekten, darunter auch Schadformen, anzulocken oder

abzuschrecken. Oft sind auch an und für sich richtige Freilandbeobachtungen falsch gedeutet worden. Vielfach werden auch ältere Angaben ohne Kritik immer wieder vorgetragen. Kurz! der gesamte, sehr verwickelte Fragenkomplex wird nach der chemischen, physiologischen, ökologischen und praktischen Seite hin nicht geklärt, sondern durcheinander geworfen.

Einige Beispiele mögen genügen! So ist in letzter Zeit behauptet worden, der Maulwurf werde durch Anbau von Knoblauch von den Beeten ferngehalten (Cronberger 1933). Ferner wird immer angegeben, die Anpflanzung von Euphorbia lathyris vertreibe die Wühlmäuse. Aber entsprechende Versuche (Müller-Böhme 1936) ergaben die Hinfälligkeit dieser Behauptung. — Tropaeolum (Kapuzinerkresse), neben Apfelbäume gepflanzt, sollen einen Stoff ausscheiden, der von den Apfelbaumwurzeln dann aufgenommen wird und bewirkt, daß Blutläuse diese Bäume nicht mehr befallen (Holz 1931). Porree, zwischen Möhren gepflanzt, soll den Befall der Möhren durch die Möhrenfliege verhindern (Schramm 1931). Dies sind einige Beispiele einer angeblich vorhandenen und beobachteten Schreckwirkung teils auf geruchlicher, teils auf geschmacklicher Grundlage. — Von einer bestimmten Lockwirkung, um auch ein solches Beispiel zu bringen, berichtet Ad. Müller (1925). Er beobachtete, daß Kohlweißlingsfalter zu Hunderten vom sogenannten Schmetterlingsstrauch oder Ährenglöckel (Buddleya variabilis Hemslay[1])) angelockt würden und bezeichnet diese als spezifische Köderpflanze für den Falter des Weißlings (*Pieris brassicae*). An der Richtigkeit dieser Beobachtung ist kein Zweifel. Aber welcher Stoff in der Blüte übt diese anlockende Wirkung aus? Wie kann man ihn isolieren und für eine allgemeine Kohlweißlingsbekämpfung verwerten? Gerade letzteres Beispiel lehrt deutlich, wie weit der Weg von der Beobachtung bis zum fertigen technischen Bekämpfungsverfahren, mittels eines aus dieser Pflanze gewonnenen Duftstoffes, auf Grund dieser Beobachtung noch ist.

Diese allgemeinen Überlegungen zeigen, welche bedeutsamen Ziele vielen Praktikern an sich ganz richtig vorschwebten. Um es aber zu erreichen, bedarf es sehr vieler mühsamer Kleinarbeit aller beteiligter Kreise[2]). Besonders nötig sind Versuche in dieser Richtung auch unter Herbeiziehung früherer Angaben. Die nachfolgenden Ausführungen bilden somit einen Beitrag zum Gesamtproblem.

---

[1]) Buddleia variabilis gehört zu der in Zentral- und Westchina, auch in Südamerika verbreiteten Familie der Loganiaceae und wird so wie andere Arten gern als Zierstrauch angepflanzt. Ergänzend sei bemerkt, daß nicht nur Weißlinge, sondern auch andere heimische Falter die Blüten in Mengen besuchen.

[2]) Es sei daran erinnert, daß v. Frisch und seine Schule sich jahrelang bemüht haben, bis sie die Leistungen des Geruchs- und Geschmackssinnes der Honigbiene einwandfrei ermittelten. Es gibt aber noch keine gleichartigen Untersuchungen über einen Großschädling, weder aus dem Gebiet der Landwirtschaft noch Forstwirtschaft!

3. Angaben über die Droge Flores Stoechados

Die im älteren und neueren Schriftgut niedergelegten Angaben über die Eigenschaften der Droge Flores Stoechados (ständige Abkürzung = Fl. Stoech.) enthalten manche Widersprüche, wie aus einigen nachstehend mitgeteilten Auszügen (zum Teil wörtlich) hervorgeht. In den neueren Kräuterbüchern wird die jetzt allerdings nicht mehr offizinelle Droge als Fl. Stoech. citrinae pulv. subt. Immortelle, Strohblume, Katzenpfötchen = Helichrysum arenarium D. C. geführt.

Tabernaemontanus-Bauhinus (1687 a. a. O. S. 779) schreibt darüber: Stoechas citrina. Rheinblumen, da sie am Rhein (bei Speier-Worms) gefunden werden ... „Etliche nennen sie Mottenblumen weil sie Motten und Schaben von den Kleidern treiben". „Wenn man diese Blumen bey die Kleider leget verjagen sie (Motten und Schaben)".

Ryffius (1573), „Die gälben Rhein- oder Mottenblumen werden von den alten sonderlich gelobt für Schlangen vnnd dergleichen Gewürm vnd vngeziffers vergifftigung / .... würt auch von den alten gelobt / das es die würm / Schaben vnnd Motten ertödt"[1]).

Valentinus (1719 a. a. O. S. 456): „Dioscorides rühmt es in Wein gekocht, gegen den verschlossenen Harn, welchen es treibt. Es ist auch den Spulwürmern zuwider, wie auch denen Motten und Schaben in den Kleidern, welche man hiermit, gegen dieselbe verwahren kan, weswegen es auch Mottenkraut genennet wird."

Madaus (1938; II, S. 1471): „Das Kraut dient außerdem als Mottenmittel".

Nach diesen Autoren soll die Droge Fl. Stoech. also ein Schreckmittel für Motten sein, in Gegensatz zu den auf S. 551 wiedergegebenen Angaben, es sei ein Lockmittel für Motten.

Über die chemische Zusammensetzung von Fl. Stoech. finden sich neuere Angaben bei Thoms (1924—30, Bd. V, S. 1644), der ätherisches Öl, Bitterstoffe, Gerbstoff anführt.

Wehmer (1931, Bd. II, S. 1224): „H. arenarium MCH. (Gnaphalium a. L.) Strohblume, Sandruhrkraut. — Europa — Fl. Stoech. citrini (Immortellen, Katzenpfötchen), früher Droge, mit Bitterstoff, Gerbstoff, äther. Öl. Im äther. Öl (0,04%) vermutlich etwas p-Kresol, e. Stearopten von Fp. 48—50°, e. Säure von Fp. 34—36°."

Bei Kroeber (1934 bis Bd. I, S. 198/199) finden sich folgende zum Teil von den älteren Autoren übernommene Angaben: „Strohblume-Immortelle (Gnaphalium arenarium, Helichrysum arenarium), die ihren Namen vom griechischen ‚helios' = Sonne und ‚chrysos' = Gold wegen der Farbe der strahlenden ‚arena' = Sand unter Bezugnahme auf den Standort ableitet und als gelbe Katzenpfötchenblume — Fl. Stoech. citrinae in der Volksheilkunde bei Blutspucken, Rheumatismus, Gicht, Gelbsucht, Blasen- und Nierenleiden, auch gegen Wassersucht, Wurm- und Hautleiden im Gebrauch steht ..." „Auch die Blüten der Strohblume — Gnaphalium arenarium (Fl. Stoech. citrinae), die nach Kofler und Steidl frei von Saponin sind, stellen nach L. Levinsohn (in Mercks Jahresbericht 1932) ein gutes Mittel bei Gallensteinen vor. Daneben sollen sie auch die Magensaft- und Pankreassekretion anregen, sowie den Blutdruck erhöhen." — „Als chemische Inhaltsstoffe werden in der Literatur lediglich angegeben: Spuren eines ätherischen Öles, Bitterstoffe, Harz, Phytosterin, ein Kohlenwasserstoff mit dem Smp. 65° C und wohl therapeutisch in der Hauptsache wirkende Gerbstoffe."

Nissen (1934, S. 1050—1052), welcher sich erneut mit der Verwendung von Heilkräutern, unter anderem auch von Fl. Stoech. bei Verdauungsstörungen befaßt hat, gibt nur kurz an, daß die Wirkung anscheinend auf einem ätherischen Öl und einem Kohlenwasserstoff beruht.

Wenn man die Summe aus allen Angaben zieht, so ergibt sich, daß wir doch recht unsichere und allgemein gefaßte Kenntnisse über die chemische Zusammensetzung dieser

[1]) Zitiert nach Kroeber 1934, S. 198/199.

Droge besitzen. — Das bedeutet praktisch folgendes: Eine chemische Definition des Stoffes, den auf Motten anlockend (wie die einen behaupten) oder abschreckend wirkt, kann noch nicht gegeben werden, sondern wir haben es mit einem Gemisch verschiedenartiger Substanzen zu tun. Der von dem Präparat ausgehende Geruch ist ein sogenannter Mischgeruch, der für unser Geruchsempfinden nicht unangenehm ist und am ehesten als aromatisch bezeichnet werden kann. Das Präparat muß, bis weitere chemische Analysen vorliegen, zunächst als Ganzes betrachtet werden, da nicht bekannt ist, welche Komponente die entscheidende physiologische Wirkung ausübt. Als Nahrung kommt Fl. Stoech. für Mottenfalter nicht in Betracht, da diese überhaupt nicht fressen, und für die Raupen auch nicht, da es sich um ein rein pflanzliches Produkt mit starkem Zelluloseanteil handelt[1]).

4. Anordnung und Durchführung der Versuche

Die nachfolgend mitgeteilten Versuche sind in Laboratoriumsräumen durchgeführt worden, die als reichlich vermottet zu gelten haben, da in ihnen schon seit einer Reihe von Jahren Kleidermotten in Massen gezüchtet werden[2]). Ein Entweichen von Raupen und von Faltern ist beim Umsetzen von Kulturen nicht vollkommen zu vermeiden. In mancher Hinsicht ist die Vermottung sogar erwünscht, weil dadurch in besagten Räumen Verhältnisse geschaffen worden sind, wie sie sich in der Praxis tausendfach wiederholen. — Wenn in diesen Räumen Versuche, wie die hier vorliegenden, durchgeführt werden, so sind sie vom ersten Tag an den gegebenen praktischen Verhältnissen gleichzusetzen, und das Ergebnis hat für die Praxis viel mehr Gewicht, als wenn es sich um Versuche handeln würde, die nur in mehr oder minder engen Versuchsschalen durchgeführt worden wären[3]). Geruchsversuche, die auf eine praktische Fragestellung hinauslaufen, sollte man in großen Räumen, und wenn möglich auch im Freien durchführen. Kleidermottenversuche, wie diese hier, haben auf Grund der angegebenen Raumbeschaffenheit „als im Freien durchgeführt“ zu gelten.

Der Lageplan der Räume ist in Abb. 1 wiedergegeben, und aus ihm ist auch ersichtlich, welche Zimmer direkte Verbindungstüren zueinander besitzen. Bei durchgängiger Höhe von 3,67 m, haben die einzelnen Räume folgende Größe in Kubikmetern:

Zimmer Nr. 119	= 75 cbm	Zimmer Nr. 122	= 75 cbm
„ „ 120	= 150 „	„ „ 123	= 76 „
„ „ 121	= 53 „	Flur	= 65 „
„ „ 122a	= 75 „		

[1]) In meinem Garten habe ich seit 10 Jahren Katzenpfötchen (Gnaphalium) als Zierpflanze, aber noch nie wurden darauf Falter der Kleidermotte beobachtet. Auch ist mir kein von anderer Seite aus beobachteter Fall bekannt.

[2]) Fräulein Margot Goebel, technische Assistentin in der von mir geleiteten Dienststelle, danke ich auch an dieser Stelle für ihre unermüdliche Hilfe bei den Versuchen.

[3]) Damit soll nicht gesagt sein, daß Schalenversuche überflüssig sind. Je nach der Fragestellung sind sie sogar unerläßlich, in anderen Fällen aber nicht nötig.

Letzterer schließt mit einer Glastür zum übrigen Gebäudeteile ab. Alle Zimmer besitzen Zentralheizung, so daß die Räume auch in den Wintermonaten als warm (18—20°) zu gelten haben. Wie alle zentralbeheizten Zimmer sind auch diese während der Heizperiode sehr trocken, so daß meist nur 40—50% relative Feuchtigkeit herrscht. Wollwaren — zu anderweitigen Versuchen beschafft — werden in den Räumen aufbewahrt, besonders in Nr. 121 und 122a; sie bieten, da nicht mottensicher verstaut, ebenfalls vielfache Gelegenheit zur freien Ansiedlung von Kleidermotten.

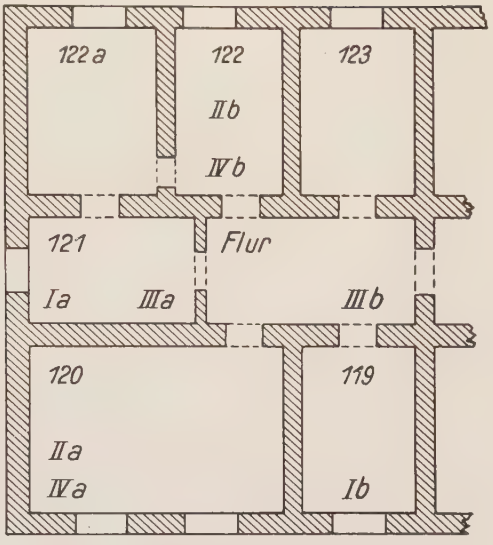


Abb. 1. Lage der Versuchsräume zueinander

A. Orientierende Versuche

In dem vermotteten Raum Nr. 122 wurden 40 gleichgroße Erlenmeyerkolben von 50 ccm Inhalt (bei 8 cm Höhe und 1,5 cm weiter Mündung) wie folgt beschickt: 8 Kolben mit Wasser je 10 ccm; 6 leere Kolben; 8 Kolben mit Wollfilz je 3,0 g (rund); 10 Kolben mit Fl. Stoechados je 1,0 g (rund); 8 Kolben mit Wasser je 10 g und Fl. Stoechados je 1,0 g. In verschiedenen Gruppierungen, teils nebeneinander, teils in 20 cm Abstand wurden die Kolben aufgestellt.

Versuchsdauer 9. Dezember 1938 bis 24. Januar = 46 Tage. Festgestellt wurde die Zahl der Falter, die sich in den Kolben in der ganzen Zeit angefunden hatten. Da alle Kolben gleich groß waren, so betrug die Fläche (d. h. die Mündungsfläche), von welcher ein etwaiger Duftreiz ausging, rund 1,8 qcm. Wasser wurde (ebenso wie leere Kolben) mit verwendet, um eine Art Rückkontrolle zu haben. Daß Wasserflächen eine gewisse anlockende Wirkung besitzen, ist bekannt. Man braucht nur in vermotteten Räumen flache Wasserschalen aufzustellen, so wird man bald stets darin Motten schwimmend finden. Worauf diese Lockwirkung im einzelnen beruht, ist noch unbekannt. Es genügt, das Gesamtergebnis zu nennen:

in 8 Kolben mit Wasser = 3 Falter
in 6 leeren Kolben = 1 Falter
in 8 Kolben mit Wolle = 2 Falter
in 10 Kolben mit Fl. Stoech. = 3 Falter
in 8 Kolben mit Fl. Stoech. und Wasser = 2 Falter

Die Befunde betreffs Fl. Stoech. sind geringfügig und unsicher, daß sie durchaus im Bereich des Zufälligen liegen.[1])

Beachtlich ist aber wiederum, daß in den Wasser enthaltenden Kolben sich ebenso viele Falter eingefunden wie bei den Fl. Stoech. Von einer ausgesprochenen Bevorzugung der mit Fl. Stoech. beschickten Kolben konnte aber keine Rede sein. Für unser Geruchsvermögen war an diesen Kolbenmündungen ein angenehm aromatischer Duft wahrnehmbar. Daß man aber die menschlichen Geruchsempfindungen nicht ohne weiteres denen der Insekten gleichsetzen darf, braucht nicht mehr länger erörtert zu werden. Erwähnt sei die Tatsache nur, um zu beweisen, daß von den Kolbenmündungen Duftwirkungen ausgingen.

B. Hauptversuche

I. Versuch

Dauer: 25. November 1938 bis 28. November 1940 = 2 Jahre.
Ort: Raum Zimmer Nr. 119, 120, 121, 122 und Flur.
Temperatur und Feuchtigkeit: wie oben angegeben.
Zwischenkontrolle: 22. August 1939 = nach 9 Monaten.

Versuchsanordnung: Aus neuen Wolldecken wurden Stücke von rund 7,5—11,0 cm Ausmaß geschnitten, die bei der vorliegenden Beschaffenheit des Gewebes je rund 5 g wogen. Das Grundgewebe der Decke bestand aus Halbwolle (Baumwolle als Beimischung), dem eine dichte, grauweiße Wolleschicht aufgewebt war. Auf diese Stücke wurde die Droge Fl. Stoech. in verschiedenen Mengen, und zwar 1,0 g, 0,5 g und 0,1 g, als kleines Häufchen auf die eine Seite des Wollstückes aufgeschüttet, dann die andere Seite darüber geklappt und das Ganze durch einen Fadenstich zusammengehalten. Diese so vorbereiteten Stücke wurden in Gruppen zusammengelegt bzw. verteilt, so wie im einzelnen nachfolgend angegeben ist. Die Menge der Droge zur Wolle betrug demnach bei den verschiedenen Stücken:

Fl. Stoech. zu Wolle = 1,0 g : 5,0 g wie 1 : 5
Fl. Stoech. zu Wolle = 0,5 g : 5,0 g wie 1 : 10
Fl. Stoech. zu Wolle = 0,1 g : 5,0 g wie 1 : 50

Alle in angegebener Weise hergerichteten Proben wurden so ausgelegt, daß die Droge auf dem unteren Lappenteil lag und von dem übergeklappten bedeckt wurde. In den Abb. 2 und 3 ist stets die rechte Seite diejenige der Probe, welche im Versuche unten lag. Kontrollstücke (Ko) vom gleichen Wollmaterial wurden ebenso zusammengelegt und jeder Versuchsgruppe beigefügt. Die Gruppenaufteilung, die Menge von Fl. Stoech. je Probe, die Lage der einzelnen Proben zueinander und die Verteilung der Gruppen in den angegebenen Räumen war folgende: (Ab-

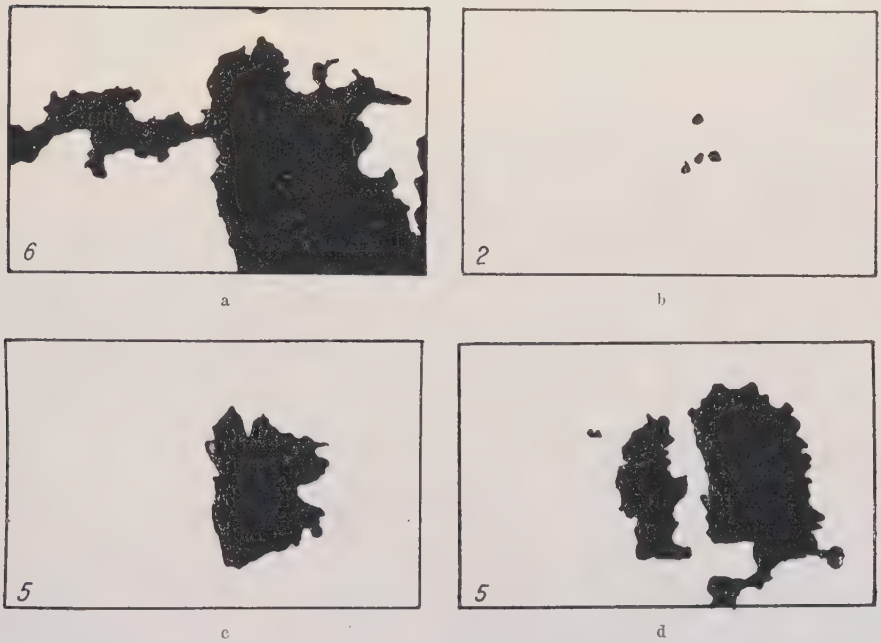
[1]) In diesem Sinne ist Februar 1939 an die Hannoverschen Ultramarinewerke berichtet worden.

kürzungen: Fl. = Flores Stoech., Ko = Kontrollstück, Zahlenangabe der Droge in Gramm.)

Anordnung des I. Versuches im einzelnen

Gruppe	Zimmer Nr.	Art und Lage der Proben zueinander
Ia	121	Fl 1,0 — Ko — Fl 0,1 — Fl 0,5 (Abb. 2a—d)
Ib	119	Fl 1,0 — Ko — Fl 0,1 — Fl 0,5
IIa	120	Fl 1,0 — Ko
IIb	122	Fl 1,0 — Ko
IIIa	121	Fl 0,5 — Ko
IIIb	Flur	Fl 0,5 — Ko
IVa	120	Fl 0,1 — Ko
IVb	122	Fl 0,1 — Ko

Ia und IIIa im Raum Zimmer Nr. 121
Ib " " " " 119
IIa und IVa " " " " 120
IIb und IVb " " " " 122
IIIb " " Flur



a b c d

Abb. 2. Befall bei Versuch I. Gruppe Ia Zi. Nr. 121. Befallsklasse jeweils links unten im Bild angegeben. a Probe mit 1,0 Fl. Stoech, b Kontrolle, c Probe mit 0,1 Fl. Stoech., d Probe mit 0,5 Fl. Stoech.

Die räumliche Verteilung beweist, daß allen möglichen Kombinationen Rechnung getragen wurde. Gruppe Ia wurde in einem 23 × 12 cm großen, oben vollkommen offenem Holzkasten untergebracht, so daß zwischen jeder Probe etwa 0,5 cm Abstand war. Bei Gruppe Ib lag jede Probe für sich in einer offenen Glasschale, und die 4 Schalen wurden auf einem Regal in 25 cm Abstand voneinander aufgestellt. Bei allen übrigen

Gruppen lagen beide Proben in etwa 2 cm Abstand in offenen 20 × 11 cm großen Holzkästchen. Kästen und Schalen dienten lediglich zu Schutzzwecken, um ein zufälliges Übersehen und Verschieben der Proben zu verhindern. In keiner Weise behinderten sie den Anflug oder das Zuwandern der Motten. Diese Kästen mit den Proben standen 1,80 m, 2,50 und 3,0 m über dem Fußboden. Doch, um es gleich hier zu bemerken, hat diese unterschiedliche vertikale Verteilung der Proben keinerlei Einfluß auf den Befall oder Nichtbefall durch Motten[1]).

Am 22. August 1939, d. h. nach 9 Monaten, fand eine Zwischenkontrolle statt. Sie ergab: 1. von den 20 Proben waren 13 durch Mottenfraß mehr oder minder schwer beschädigt, 2. lebende Raupen waren an den meisten Proben vorhanden und 3. die mit Flores Stoechados beschickten Proben waren ganz auffällig stärker angegriffen, als die Kontrollstücke. Der Befund gab Veranlassung, den Versuch noch ein Jahr länger — bis 28. November 1940 — in gleicher Anordnung stehen zu lassen, um ihn durch einen zweiten, grundsätzlich gleichen Versuch (mit demselben Wollgut, Fl. Stoech. bei gleicher Anordnung) nachzuprüfen und in nachfolgend beschriebener Weise zu ergänzen.

Die Ergebnisse des ersten Versuches werden zusammen mit denen des zweiten Versuches in einem späteren Abschnitt (vgl. S. 564) dargelegt werden, um Wiederholungen zu vermeiden.

II. Versuch

Dauer: 25. August 1939 bis 28. November 1940 = 1 Jahr 3 Monate.
Ort: Raum Zimmer Nr. 119, 120, 121, 122; Flur.
Temperatur und Feuchtigkeit: wie oben angegeben.

Versuchsanordnung: Aus dem gleichen neuen Wolldeckenmaterial wie bei I. Versuch wurden wieder Stücke von 7,5 × 11,0 cm Ausmaß geschnitten. Auf diese Stücke (rund 5,0 g schwer) wurde erstens die Droge Fl. Stoech. (Fl) wieder in den Mengen 1,0, 0,5 und 0,1 g als kleines Häufchen aufgeschüttet, dann ein Kontrollstück (Ko) hinzugefügt. Ferner wurde von sogenanntem „Kraftfutter“[2]) für Motten — Abkürzung KF — ebenfalls 1,0, 0,5 und 0,1 g auf ein drittes Wollstück aufgeschüttet und wie beim I. Versuch zusammengeklappt. Bei diesem II. Versuch waren mithin in jeder Versuchsgruppe 3 Wollproben vorhanden in folgender gewichtsmäßiger Herrichtung mit Ködermitteln.

---

[1]) Mottengefährdete Stoffe, unter anderem Gänsefedern, sind z. B. in dem Versuchsraum Zimmer Nr. 121 wenige Zentimeter über dem Fußboden gleichzeitig aufbewahrt worden. Auch diese haben die Motten aufgespürt und bis auf die Federkiele aufgefressen.

[2]) Das „Kraftfutter für Motten“, wie wir es zur Aufzucht verwenden, ist aus folgenden Teilen zusammengesetzt: 200 g Roggenmehl, 100 g Fischmehl, 100 g Garnelenschrot, 1000 g Ovomaltine (Nährpräparat des Handels), 20 g Trypsin und 20 g Diastase. Vgl. Gößwald 1937, S. 207.

Fl. Stoech. zu Wolle = 1,0 : 5,0 g wie 1 : 5
Fl. Stoech. zu Wolle = 0,5 : 5,0 g wie 1 : 10
Fl. Stoech. zu Wolle = 0,1 : 5,0 g wie 1 : 50 und
Kraftfutter zu Wolle = 1,0 g : 5,0 g wie 1 : 5
Kraftfutter zu Wolle = 0,5 g : 5,0 g wie 1 : 10
Kraftfutter zu Wolle = 0,1 g : 5,0 g wie 1 : 50

Anordnung des II. Versuches im einzelnen

Gruppe	Zimmer Nr	Art und Lage der Proben zueinander
Ia	121	Fl 0,5 — Ko — KF 0,5
Ib	119	Fl 0,5 — K — KF 0,5
IIa	120	Ko — Fl 0,1 — KF 0,1
IIb	122	Ko — KF 0,1 — Fl 0,1
IIIa	121	KF 0,5 — Ko — Fl 1,0
IIIb	Flur	Ko — Fl 1,0 — KF 0,5
IVa	120	Fl 0,1 — Ko — Fl 0,5
		KF 1,0 — Fl 1,0 — KF 0,5
IVb	122	Fl 0,1 — Ko — KF 0,5 (Abb. 3a—f)
		KF 1,0 — F 1,0 — F 0,5 (Abb. 3a—f)

Ia und IIIa im Raum Zimmer Nr. 121
Ib „ „ „ „ 119
IIa und IVa „ „ „ „ 120
IIb und IVb „ „ „ „ 122
IIIb „ „ Flur

Im übrigen waren die Proben wieder in offenen Holzkästchen und bei Gruppe Ib auch wieder in Glasschalen untergebracht wie im I. Versuch. Der II. Versuch wich vom ersten dahingehend ab, daß außer Fl. Stoech. auch mit Kraftfutter (KF) beschickte Proben zusammen mit Kontrollstücken (Ko) auslagen. Durch diese Anordnung sollte erstens das bisherige Ergebnis des I. Versuches nachgeprüft und zweitens ermittelt werden, ob das Kraftfutter eine ähnliche anlockende Wirkung ausübt wie Fl. Stoech.

5. Ergebnisse der Versuche

Die Versuche laufen auf Vergleiche der einzelnen Proben untereinander hinaus. Als Vergleichsmaßstab muß die Stärke des Fraßes der Mottenraupen verwendet werden, da es nach Art der Versuchsdurchführung ausgeschlossen war, die an die Proben anfliegenden oder hinzuwandernden Falter zu beobachten[1]). Von einer sinnfälligen Köderwirkung kann nur dann gesprochen werden, wenn die beköderten Wollproben wesentlich stärker von Mottenraupen befressen wurden, als die nicht beköderten, benachbarten Kontrollstücke. In dieser Tatsache liegt inbegriffen, daß die Falter an diese Proben bevorzugt ihre Eier abgelegt haben.

[1]) Weitere Versuche mit dem zunächst erprobten Köder und auch mit anderen Stoffen in Verbindung mit selbsttätigen Fallen sind geplant.

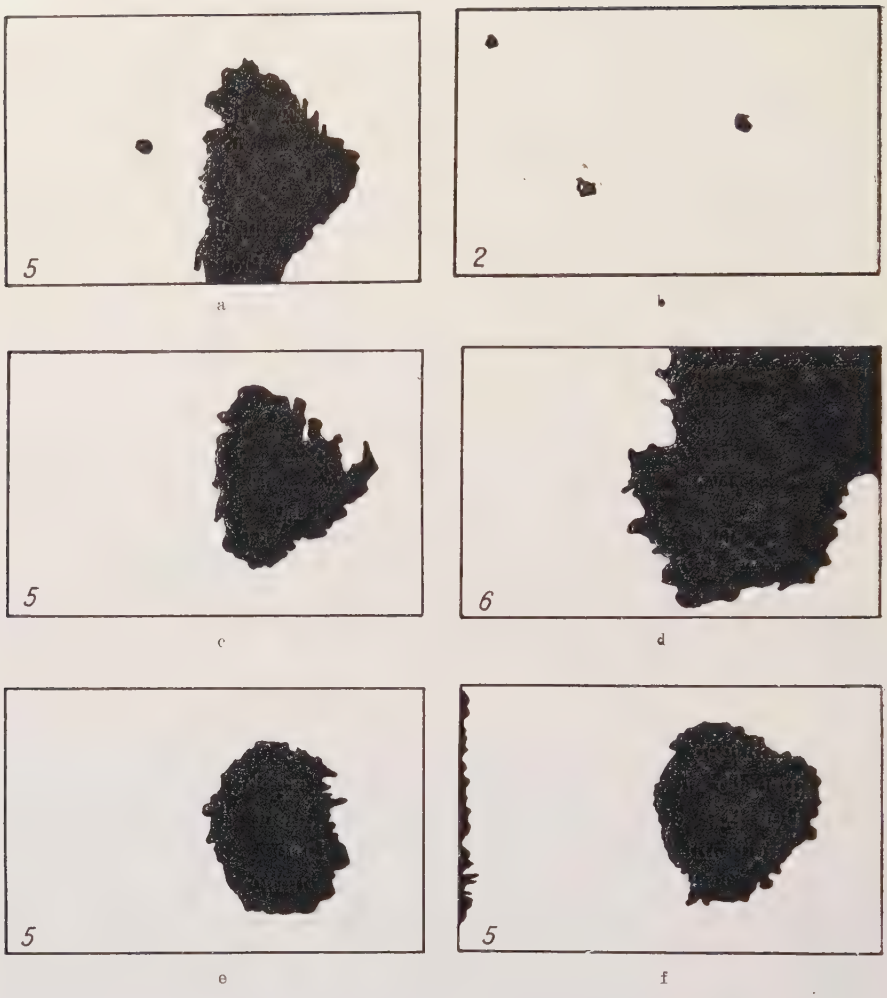


Abb. 3. Befall bei Versuch II. Gruppe IV b, Zi. Nr. 122. Befallsklasse jeweils links unten im Bild angegeben. a Probe mit 0,1 Fl. Stoech., b Kontrolle, c Probe mit 0,5 Kraftfutter, d Probe mit 1,0 Kraftfutter, e Probe mit 1,0 Fl. Stoech., f Probe mit 0,5 Fl. Stoech.

Durch frühere Untersuchungen sind mir Fraßschäden durch Motten wohl bekannt. Von anderen Forschern (Titschack 1922, Herfs 1936, Kemper 1935) und auch von mir (Hase 1937) sind Fraßbilder im einzelnen beschrieben und abgebildet worden, so daß es genügt, darauf zu verweisen[1]). Die Stärke des Fraßes findet ihren Ausdruck in Schabungen und Rasuren (= leichtere Schäden), durch kleine oder größere „Mottenlöcher" wie man volkstümlich zu sagen pflegt (= schwere Schäden). Dementsprechend verschieden ist die Menge des vorhandenen Motten-

[1]) Literaturhinweise finden sich auf der Seite 552, Fußnote 1 genannten Arbeit von Hase.

kotes. Am sinnfälligsten für die Stärke des Befalls sind die Löcher — man spricht von Lochfraß —, wobei der Gewebsverband völlig zerstört wird, so daß beim Aufheben derartig befressenen Wollgutes in der Regel auf der jeweiligen Unterlage mehr oder minder umfangreiche Kothäufchen mit spärlichen Resten von Wollfasern liegen bleiben. Die wechselnde Stärke des Befalles der einzelnen Proben läßt sich unschwer in das nachfolgend angegebene, abgestufte System bringen.

Bewertung der Fraßstärke bzw. Einteilung in Befallsklassen

Art des Fraßes	Bewertungsziffer-Befallsklasse
Kein Befall	0
Fraßspuren schwach bis deutlich Schabungen und Rasuren, aber keine Löcher	1
Fraßspuren auffällig und deutlich Lochfraß. Löcher bis 1 qcm groß (z. B. Abb. 2b)	2
Fraßspuren sehr deutlich. Lochfraß. Löcher 1—3 qcm groß	3
Fraßspuren sehr deutlich. Lochfraß. Löcher 3—5 qcm groß	4
Fraßspuren sehr deutlich. Lochfraß. Starke Zerstörung der Probe. Löcher 5—15 qcm groß (z. B. Abb. 2c, 2d, 3a, 3f)	5
Fraßspuren sehr deutlich. Lochfraß. Fast gänzliche oder völlige Zerstörung der Probe. Löcher über 15 qcm groß (z. B. Abb. 2a, 3d)	6

Wenn man dieses System zur Bewertung heranzieht und durch Ziffern die verschiedenen Klassen in der Weise deutlich macht, daß in der niedrigsten Klasse die am schwächsten befressenen, in der höchsten Klasse die am stärksten befallenen Proben vereinigt sind, so bekommt man für den Vergleich eine Reihe gut übersehbarer Zahlen. Wenn gar kein Befall festgestellt werden kann, so werden die betreffenden Proben einer Sonderklasse 0 (Null) eingereiht. Durch dieses einfache Verfahren erübrigt sich auch eine eingehende Beschreibung des Zustandes jeder einzelnen Probe.

Nach obigem Bewertungssystem wurden die 20 Proben des ersten und die 30 Proben des zweiten Versuches klassifiziert. Das Endergebnis nebst den notwendigen Einzelheiten (Verteilung auf die einzelnen Räume, Art und Lage der Proben zueinander, Angabe der Menge der aufgebrauchten Ködermittel) ist in gemeinsame Tabellen 1 und 2 eingetragen worden. Auf diese Weise ist eine Gesamtübersicht über den Versuchsausfall schnell und sinnfällig möglich.

Aus den in den Tabellen niedergelegten Ergebnissen läßt sich ohne weiteres folgendes entnehmen:

Aus Versuch I:

1. Alle mit Fl. Stoech. beköderten Proben sind von Motten befallen worden.

Tabelle 1
Auswertung des I. Versuches

Gruppe	Zimmer Nr.	Art und Lage der Proben nebeneinander	Befallsklasse
Ia (Abb. 2)	121	Fl 1,0	6
		Ko	2
		Fl 0,1	5
		Fl 0,5	5
Ib	119	Fl 1,0	6
		Ko	1
		Fl 0,1	3
		Fl 0,5	6
IIa	120	Fl 1,0	3
		Ko	1
IIb	122	Fl 1,0	5
		Ko	1
IIIa	121	Fl 0,5	4
		Ko	1
IIIb	Flur	Fl 0,5	4
		Ko	1
IVa	120	Fl 0,1	3
		Ko	1
IVb	122	Fl 0,1	2
		Ko	1

2. Alle mit Fl. Stoech. beköderten Proben sind stärker befallen, bzw. befressen worden als die daneben liegenden Kontrollen (Ko).
3. Alle Kontrollen sind auch, aber durchgängig schwächer, befallen worden.
4. In allen Versuchsräumen war das Ergebnis grundsätzlich dasselbe.
5. Die wechselnde Lage der Proben zueinander ist ohne Einfluß auf das Ergebnis gewesen.

Aus Versuch II:

1. Alle mit Fl. Stoech. beköderten Proben sind von Motten befallen worden.
2. Alle mit Kraftfutter beköderten Proben sind ebenfalls befallen worden.
3. Alle mit Fl. Stoech. und Kraftfutter beköderten Proben sind stärker befallen worden als die Kontrollproben.
4. Von den Kontrollen sind zwei Proben (Versuch II, Gruppe Ib und IIb) von Motten überhaupt nicht angegriffen worden. In diesen beiden Gruppen sind auch die beköderten Wollproben nicht sehr stark befallen worden.

Tabelle 2
Auswertung des II. Versuches

Gruppe	Zimmer Nr.	Art und Lage der Proben nebeneinander	Befallsklasse
Ia	121	Fl 0,5	5
		Ko	1
		KF 0,5	5
Ib	119	Fl 0,5	1
		Ko	0
		KF 0,5	4
IIa.	120	Ko	2
		Fl 0,1	4
		KF 0,1	4
IIb	122	Ko	0
		KF 0,1	1
		Fl 0,1	2
IIIa	121	KF 0,5	5
		Ko	1
		Fl 0.1	3
IIIb	Flur	Ko	1
		Fl 1,0	6
		KF 0,5	4
IVa (Abb. 3)	120	Fl 0,1	4
		Ko	1
		KF 0,5	5
		KF 1,0	6
		Fl 1,0	3
		KF 0,5	4
IVb	122	Fl 0,1	5
		Ko	2
		KF 0,5	5
		KF 1,0	6
		Fl 1,0	5
		Fl 0,5	5

5. In allen Räumen war das Ergebnis grundsätzlich das gleiche.
6. Die wechselnde Lage der Proben zueinander ist ohne Einfluß auf das Ergebnis gewesen.
7. Mit Fl. Stoech. beköderte Proben sind auch dann befallen worden, wenn mit Kraftfutter beköderte Proben vorhanden waren und umgekehrt.
8. Fl. Stoech. und Kraftfutter schließen sich nebeneinander als Köder nicht aus, beide haben anscheinend eine gleich starke Köderwirkung.

In einer besonderen Tabelle 3, ist die Verteilung der Proben aus Versuch I und II auf die einzelnen Befallsklassen nochmals zusammengestellt worden, wodurch das Ergebnis besonders klar zutage tritt.

Um den wesentlich stärkeren Befall sowohl der mit Fl. Stoech., als auch der mit Kraftfutter beköderten Proben recht sinnfällig zu machen, wurden einige Abbildungen beigefügt. In ihnen wurde der Umfang der Mottenlöcher — also des gänzlich weggefressenen Teiles der Decke genau eingezeichnet und diese Fläche schwarz markiert. Die Umrandung gibt die Größe jeder Probe an[1]). In Abb. 2 ist der Zustand der vier Proben aus Versuch I, Gruppe Ia, Zi. Nr. 121 und in Abb. 3 der Zustand der Proben aus Versuch II, Gruppe IVb, Zi. Nr. 122 dargestellt. Die entsprechenden Befallsklassen sind angegeben.

Tabelle 3

Verteilung der Proben des Versuches I und II auf die Befallsklassen

Versuch I			Versuch II			
Gruppe	Befallsklasse von		Gruppe	Befallsklasse von		
	Fl	Ko		Fl	KF	Ko
Ia	6 u. 5 u. 5	2	Ia	5	5	1
Ib	6 u. 3 u. 6	1	Ib	1	4	0
IIa	3	1	IIa	4	4	2
IIb	5	1	IIb	2	1	0
IIIa	4	1	IIIa	3	5	1
IIIb	4	1	IIIb	6	4	1
IVa	3	1	IVa	4 u. 5 u. 3	6 u. 4	1
IVb	2	1	IVb	5 u. 5 u. 5	5 u. 6	2

Die Abbildungen bedürfen meines Erachtens keiner weiteren Erklärungen, da sie eindeutig beweisend sind.

Daß Fl. Stoech. eine ausgesprochene, wenn auch nicht im einzelnen erklärte Köderwirkung auf Motten ausübt, lehrt ferner folgende bei allen Proben gemachte Beobachtung. Am stärksten befressen, bzw. zerfressen und völlig zerstört waren in den Proben immer die Stellen des Gewebes, an denen Fl. Stoech. als kleines Häufchen aufgeschüttet worden war. In der Regel waren hier nur noch dicke Lagen von Kot untermischt mit Fl. Stoech.-Pulver vorhanden. Es fiel aber noch auf, daß sich in diesem Gemenge aus Kot und Fl. Stoech. die reifen Raupen bevorzugt verpuppt hatten, obwohl sonst genug Platz zur Verpuppung vorhanden war, und die Raupen bei den offenliegenden Proben auch beliebig abwandern konnten. An den in Glasschalen befindlichen Proben konnte man diese Tatsache, bei Betrachtung der Schalen von der Unterseite her, besonders deutlich feststellen. In Abb. 4 sind die vorgefundenen Verhältnisse als Beispiel in einer nach der Natur gemachten Zeichnung wiedergegeben. Es handelt

[1]) Dasselbe Verfahren wird bekanntlich benutzt, um die unterschiedliche Fraßstärke an Blättern zu veranschaulichen. Es hat neben der Flächentreue auch den Vorteil, daß man die bei der Reproduktion teueren Lichtbilder vermeiden kann, ohne mißverständlich zu sein.

sich um eine Probe mit 0,5 g Fl. Stoech. aus Versuch I, Gruppe Ib, Zi. Nr. 119; Befallsklasse 6. Bei Fl. befindet sich das Häufchen von Fl. Stoech., welches soweit auf der Wollprobe ausgebreitet war, wie die dunklere Punktierung angibt. Im Präparate selbst konnte man dies mit völliger Sicherheit an der gelblichen Farbe der Droge feststellen. In diesen dichten Haufen, der nur aus Kot und Fl. Stoech. bestand, hatten sich 17 Raupen verpuppt (M). Mit Sicherheit ist anzunehmen, daß hier die Raupen zuerst gefressen haben. Dann folgte eine an diese Stelle anschließende Zone, die nur aus Kot (K) bestand, in der sich 6 Raupen zur Verpuppung eingesponnen hatten, aber auch in dieser Zone war das Gewebe bis auf kleine Reste an den Seiten vollkommen zerstört. Erhalten, aber schon stark beschädigt, war das Gewebe (G) nur auf den aufeinanderliegenden Rändern, der zusammengefalteten Probe (s. o.). Man hat durchaus den Eindruck, daß der Fraß von der beköderten Stelle aus nach den Rändern fortgeschritten ist, denn anders ist der Endzustand kaum deutbar. Nun sei noch erwähnt, daß bei dem Versuch II sich dieser Befund grundsätzlich genau so wiederholte bei den Proben, welche mit Kraftfutter beködert worden waren. Daraus darf wohl auch der Schluß gezogen werden, daß beide Mittel als Köder gleichwertig anzusehen sind, nur mit folgendem Unterschiede. Ich konnte durch Kotuntersuchung nicht feststellen, daß Fl. Stoech. als Nahrung für die Raupen gedient hätte. Schon die Farbe des Kotes (rein grau) wies auf reine Wollnahrung hin. Aber der Kot aus den Proben mit Kraftfutter war mischfarbig grau, graubraun, bräunlich, ein Beweis, daß in diesen Fällen außer Wolle auch Kraftfutter gefressen worden war. Zugegeben wird aber, daß wohl sicher die Raupen von Fl. Stoech. feinste Teilchen mit hinuntergeschlungen haben, doch ist dieser Anteil so gering, daß mir eine Feststellung wesentlicher Teile der Droge im Kot mikroskopisch nicht gelungen ist.

Abb. 4. Anhäufung von Mottenpuppen (M) in einem Haufen von Fl. Stoech. (Fl.) nach Zerstörung einer Wollprobe durch Mottenfraß. K Kotzone. G Rest des Gewebes. Nach der Natur gezeichnet

Schließlich könnte man folgendes behaupten. Das auffällige Ergebnis sei durch die äußeren Bedingungen der einzelnen Versuchsräume beeinflußt worden. Ordnet man die Teilergebnisse auch nach den einzelnen Räumen, so wie es in Tabelle 4 geschehen ist, dann wird sofort ersichtlich, daß dieser etwaige Einwand hinfällig ist, denn in allen Räumen, bei

beiden Versuchen, sind stets die beköderten Proben ganz beträchtlich mehr befressen worden, als die nicht beköderten Kontrollproben.

Tabelle 4

Raum	Gruppe	Befallsklassen bei Fl. Stoech.		Kraftfutter		Kontrollen	
		Versuch I	Versuch II	Versuch I	Versuch II	Versuch I	Versuch II
119	Ib	6 u. 6 u. 3	1	—	4	1	0
120	IIa	3	4	—	4	1	2
120	IVa	3	4 u. 5 u. 3	—	6 u. 4	1	1
121	Ia	6 u. 5 u. 5	5	—	5	2	1
121	IIIa	4	3	—	5	1	1
122	IIb	5	2	—	1	1	0
122	IVb	2	5 u. 5 u. 5	—	5 u. 6	1	2
Flur	IIIb	4	6	—	4	1	1

6. Zusammenfassung und Schluß

Wie bereits betont (S. 551), ist nicht beabsichtigt, das gesamte Problem der Köderung von Schadinsekten hier aufzurollen. Nur auf einige Zusammenhänge sei noch kurz verwiesen.

Die mitgeteilten Versuche brachten das überraschende Ergebnis, daß die Droge Fl. Stoech. eine ausgesprochene Köderwirkung auf die Falter der Kleidermotte ausübt, obwohl die reine Droge weder für die Falter noch für die Raupen eine geeignete Nahrung bildet. Die Befunde stehen mithin in direktem Gegensatz zu den Behauptungen der älteren Autoren (vgl. S. 555), Fl. Stoech. sei ein ausgesprochenes Mittel zur Vertreibung der Motten. Ebenso auffällig ist die Feststellung, daß die Droge allein allem Anschein nach keine merkbare Wirkung hat, wohl aber in Verbindung mit Wollgut. Hierbei sei an die bekannte Beobachtung erinnert, daß in getragenen Kleidungsstücken die verfetteten und durchschwitzten Stellen bevorzugt dem Mottenfraß ausgesetzt sind. Grundsätzlich handelt es sich um den gleichen Befund, der jeder erfahrenen Hausfrau geläufig ist.

Ferner ergab sich noch, daß die Wirkung keine völlig zwingende ist, denn andere mottengefährdete Stoffe wie Federn, Felle und sonstiges Wollgut wurden gleichzeitig in den gleichen Räumen ebenso befallen.

Besonders merkwürdig ist des weiteren die folgende Beobachtung. Ein stofflich ganz anders geartetes Kraftfutter für die Raupen übt auf die Falter eine ebensolche oder fast ebenso starke Lockwirkung aus, wie die Droge Fl. Stoech. In allen Fällen, in denen die Falter die Wahl hatten zwischen Fl. Stoech. und Kraftfutter, hielt sich das Anlockungsvermögen etwa das Gleichgewicht. Eine physiologische Tatsache glaube ich aus den Ergebnissen entnehmen zu können, nämlich, daß bei Insekten, die keine

Fraßtätigkeit als Imagines ausüben, das Geruchsvermögen doch wohl in in vollem Umfange erhalten bleibt und selbständig funktioniert. Damit soll noch nicht endgültig behauptet werden, daß die Falter der Motte keinerlei Geschmacksorgane mehr besäßen, denn darüber gibt es noch keine Untersuchungen. Denkbar wäre auch, daß die Lippentaster und Maxillarpalpen (Abbildung der Mundwerkzeuge bei Titschack 1922, S. 15; Abb. 5A—C) noch funktionierende Geschmacksorgane besitzen, trotzdem die Freßwerkzeuge nicht mehr in Funktion treten. In diesem Zusammenhang sei auch auf die Angaben von Böhmel (1937) verwiesen, welcher feststellte, daß z. B. bei *Hyponomeuta* (Gespinstmotte) der Geruch beim Aufsuchen des Köders keine wesentliche Rolle spielt, obwohl die Süßköder gern gefressen werden. Die physiologischen Verhältnisse scheinen mithin bei *Hyponomeuta* und anderen Kleinschmetterlingen gerade umgekehrt zu liegen wie bei der Kleidermotte.

Welche Geruchsstoffe sowohl in der Droge Fl. Stoech., als auch bei der Anlockung durch das verwendete Kraftfutter eine ausschlaggebende Rolle spielen, ist zur Zeit noch unbekannt. Das Fischmehl und Garnelenschrot im Kraftfutter haben für unsere Geruchsorgane einen eigentümlichen Geruch, ebenso wie lufttrockene Kadaver mit Federn oder Haaren. Auch feuchte Wolle riecht für uns ganz charakteristisch. Natürlich darf unser geruchliches Wahrnehmungsvermögen nicht ohne weiteres mit dem der Motten gleichgesetzt werden, denn, was uns geruchlos erscheint, kann für die Motten eine Attraktivstoffwirkung haben. Wie beispielsweise Görnitz (1937) in seinen ausgezeichneten Untersuchungen über Cantharidin als Gift und Anlockungsmittel für Insekten nachgewiesen hat, wirkt das für uns geruchlose Cantharidin für den Käfer *Notoxus*, die Fliege *Anthomyia*, die Gnitze *Kempia* und die Schlupfwespe *Perilitus* als ausgesprochener Attraktivstoff. In diesem Zusammenhang betont auch Görnitz, daß wir bei Insekten wohl die Wahrnehmung echter Geruchreize und Attraktivreize trennen müssen. Die echten, auch uns geläufigen Gerüche geben, wie Görnitz vermutet, den Insekten nur gewisse Anhaltspunkte beim Finden der Nahrung, während die Attraktivstoffe den eigentlichen Reiz ausüben zur Fraßtätigkeit, Paarung und Eiablage.

Weitere Erörterungen möchte ich zunächst zurückstellen und nur noch auf die praktische Seite des Problems kurz hinweisen. Die bisherigen Ermittlungen sind noch nicht so weit gediehen, daß man ein Fangverfahren im Großen darauf aufbauen oder befürworten kann. Bis zu diesem Punkte muß noch viel experimentelle Kleinarbeit geleistet werden. Aber wiederum haben die Versuche den für die Praxis so wichtigen Hinweis gegeben, daß es „ebensowenig ein Universalbekämpfungsmittel gibt, wie es einen Universalköderstoff gibt“ — wie F. Eckstein (1931) in seiner sehr beachtenswerten, allgemein gefaßten Arbeit über die Verwendung von Ködermitteln zur Schädlingsbekämpfung nachdrücklich betont.

Literatur

Weitere Arbeiten sind in den genannten Schriften verzeichnet, so daß hier nur die angeführten Autoren genannt werden. Um Platz zu sparen wurden die Titel gekürzt. In Fußnoten genannte Arbeiten sind nicht nochmals verzeichnet.

Böhmel, W., Arbeiten über physiologische und angewandte Entomologie **4**, S. 167 bis 192. Berlin-Dahlem 1937.

Cronberger, B., Obst- und Gartenbau 1933, **48**, S. 214.

Eckstein, Fr., Zeitschr f. angew. Entomologie **18**, S. 726—743. Berlin 1931.

Görnitz, K., Arbeiten über physiologische und angewandte Entomologie **4**, S. 116 bis 157. Berlin-Dahlem 1937.

Gößwald, K., Mitteilung. a. d. Biologischen Reichsanstalt Heft 55, S. 205—208. Berlin 1937.

Götz, Br., Die Umschau 1940, Heft 50.

Halz, Möllers Deutsche Gärtner Zeitung 1931, S. 390/91.

Kroeber, L., Das neuzeitliche Kräuterbuch Bd. I, S. 198/199. 2. Aufl. Stuttgart und Leipzig 1934.

Madaus, G., Handbuch biologischer Heilmittel Bd. II, S. 1471. Leipzig 1938.

Müller, Ad., Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutzd. **5**, S. 11. Berlin 1925.

Müller-Böhme, A., Arbeit. a. d. Biologischen Reichsanstalt **21**, S. 363—453. Berlin 1936.

Nissen, K., Deutsche Mediz. Wochenschrift 1934, S. 1050—1052, Nr. 28, 60. Jahrg.

N. N., Der praktische Ratgeber im Obst- und Gartenbau 1933, S. 13/14, Nr. 2, 48. Jahrg.

Schramm, E., Möllers Deutsche Gärtner Zeitung 1931, S. 411/412.

Thiem, H., Forschungsdienst 1940, **10**, S. 67—80.

Thiem, H., und Sy, M., Arbeit. a. d. Biologischen Reichsanstalt **23**, S. 133—139. Berlin 1940.

Trappmann, W., Nachrichtenbl. f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst **4**, S. 75/76. Berlin 1924.

Tabernaemontanus-Bauhinus, Kräuterbuch S. 779. Basel 1687.

Thoms, H., Handbuch d. prakt. u. wissensch. Pharmazie Bd. V, S. 1644. Berlin und Wien 1924—1930.

Valentinus, M. B., Kräuterbuch S. 456. Frankfurt a. M. 1719.

Wehmer, C., Die Pflanzenstoffe 2. Aufl., S. 1224. Jena 1929—1931.

(Aus dem Zoologischen Institut und dem Institut für Bienenkunde
an der Universität Frankfurt a. Main)

Über die Zunahme der Gleicherbigkeit durch fortgesetzte Inzucht und Auslese bei der Honigbiene

Von

Dozent Dr. habil. P. Rietschel

(Mit 1 Abbildung)

1. Fragestellung

Das Bestreben des Bienenzüchters, erwünschte Eigenschaften seines Zuchtstammes bis zur völligen Erbtreue durchzuzüchten, stößt auf erhebliche Schwierigkeiten, wenn diese dominant sind, da in diesem Falle die in der erwünschten Eigenschaft Homozygoten und die Heterozygoten sich im Erscheinungsbild gleichen.

Der kürzeste Weg zur Reinerbigkeit ist hier die fortgesetzte Inzucht unter Ausmerzung der in der unerwünschten Eigenschaft Homozygoten, die als solche ja zu erkennen sind.

Hierbei wird in der Bienenzüchtung die Inzucht meist in ihrer engsten Form, der Geschwisterkreuzung angewandt, wobei Inzuchtschäden bis jetzt nicht bekannt geworden sind.

Die Geschwisterkreuzung erfolgt in der Praxis in der Weise, daß das Volk, dem die zur Königinnenzucht benötigten Eier (der Zuchtstoff) entnommen wurden, auch als Vatervolk auf der Belegstelle dient.

Nun ist das Ziel des Züchters mit der Erzeugung einer in der erwünschten Eigenschaft reinerbigen Königin noch nicht erreicht. Notwendig ist die Reinbegattung durch eine Drohne mit denselben Erbanlagen. Die Forderung der Reinerbigkeit der Geschwisterschaft (Königin und Drohne) wird aber nur erfüllt, wenn schon die Mutter der beiden reinerbig war.

Unser Ziel geht also über die Reinerbigkeit (Homozygotie) hinaus. Wir streben nach Gleicherbigkeit (Isozygotie) der ganzen Geschwisterschaft!

Der Begriff der „Gleicherbigkeit" wurde von Schäfer (1937) [1]) geprägt. Er stellte der Gleicherbigkeit oder Isozygotie die Spalterbig-

[1]) W. Schäfer (1937), Über die Zunahme der Isozygotie (Gleicherbigkeit) bei fortgesetzter Bruder-Schwester-Inzucht. Zeitschr. für induct. Abstammungs- und Vererbungslehre 72.

keit oder Anisozygotie gegenüber. Nun wird der Ausdruck „spalterbig" häufig für „heterozygot" gebraucht. Ich möchte daher diese ältere Bedeutung beibehalten und der „Gleicherbigkeit" die „Ungleicherbigkeit" gegenüberstellen. Es stehen sich dann gegenüber:

Reinerbigkeit (Homozygotie) — Spalterbigkeit (Heterozygotie).
Gleicherbigkeit (Isozygotie) — Ungleicherbigkeit (Anisozygotie).

In einer Veröffentlichung aus dem Jahre 1937 befaßt sich Schäfer mit der Frage: Mit wie hoher Wahrscheinlichkeit gelange ich nach einer bestimmten Zahl von Inzuchtfolgen zu Gleicherbigkeit? Das Ziel Schäfers weicht allerdings von dem unsrigen ab. Ihm kam es lediglich darauf an, überhaupt gleicherbige Geschwisterschaften zu erlangen, um für Tierversuche und deren Kontrollversuche erblich völlig einheitliche Tiere zu erhalten. Er errechnete daher die Wahrscheinlichkeitswerte für alle Gleicherbigen überhaupt, während für uns nur die hinsichtlich der überdeckenden (dominanten) Eigenschaft Gleicherbigen von Wichtigkeit sind.

Durch die andere Zielsetzung ergibt sich für uns die Notwendigkeit der Zuchtwahl (Auslese des Erwünschten, Ausmerzung des Unerwünschten). Sie muß daher ebenfalls in unsere Fragestellung und die zu ihrer Beantwortung erforderlichen Berechnungen einbezogen werden.

Schließlich müssen wir berücksichtigen, daß bei der Biene im Gegensatz zu den meisten anderen Tieren das Männchen nur einen Erbsatz besitzt und daher immer reinerbig ist. Diesen Spezialfall hat Schäfer in seinen Berechnungen berücksichtigt.

Wir müssen daher die Fragestellung Schäfers für unsere Zwecke erweitern: Mit wie hoher Wahrscheinlichkeit gelange ich bei der Honigbiene nach einer bestimmten Zahl von Inzuchtfolgen unter fortgesetzter Ausmerzung der erkennbaren Unerwünschten zu Gleicherbigkeit in einer erwünschten überdeckenden (dominanten) Eigenschaft?

Die Errechnung dieser Wahrscheinlichkeit für eine beliebige Zahl von Inzuchtfolgen ist auch ohne Anwendung höherer Mathematik möglich, wie im folgenden gezeigt werden soll.

2. Methode zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Gleicherbigen

Da die Reinzüchtung rezessiver Merkmale keine Schwierigkeiten bietet, soll im folgenden stets vorausgesetzt werden, daß die vom Reinzüchter erwähnten Merkmale auf dominanten Faktoren beruhen mögen. Wir bezeichnen daher den erwünschten dominanten Faktor mit D, den unerwünschten rezessiven mit R.

Es gibt somit hinsichtlich des Faktorenpaares D/R zweierlei Drohnen, D-Drohnen und R-Drohnen, dagegen je dreierlei Königinnen und Arbeiterinnen: Homozygote DD, Heterozygote DR und Homozygote RR.

Wie bereits erwähnt, sind Geschwisterschaften nur dann isozygot (gleicherbig), wenn nicht nur die Königin selbst, sondern auch schon ihre Mutter homozygot ist. Homozygote Königinnen von heterozygoten Müttern dagegen besitzen zur Hälfte anisozygote (ungleicherbige) Bruderdrohnen. Wir müssen daher bei dem Streben nach Gleicherbigkeit auch die Erbbeschaffenheit der Königinmütter berücksichtigen. Unter diesem Gesichtspunkt können wir für jedes Faktorenpaar D/R folgende 7 Königinnenklassen unterscheiden:

Tabelle 1

Die bei der Geschwisterinzucht für jedes Faktorenpaar DR zu unterscheidenden Königinnenklassen

Klassenbezeichnung der Königin	a	a'	b	b'	c	d	d'
Erbformel der Königinmutter . .	DD	RR	DD	RR	DR	DR	DR
Erbformel der Königin	DD	RR	DR	DR	DR	DD	RR

Jede Königin erzeugt nun, mit einer ihrer Bruderdrohnen gepaart, eine weibliche Nachkommenschaft, deren Zusammensetzung durch die Klassenzugehörigkeit der Königin bestimmt ist:

Tabelle 2a

Zusammensetzung der weiblichen Nachkommenschaft der 7 Königinnenklassen

Klasse der Königin	a	a'	b	b'	c	d	d'
Klassen der ♀-Nachkommen in der folgenden Generation	a	a'	c + d	c + d'	c + d oder c + d'	a oder b	a oder b'

Da die Königinnen der Klassen c, d und d' wegen der Spalterbigkeit ihrer Mütter zweierlei Bruderdrohnen besitzen, sind bei ihnen zweierlei Nachkommenzusammensetzungen möglich. Da wir in den folgenden Berechnungen nicht einzelne Paarungen, sondern stets das Ergebnis vieler Paarungen zugrunde legen, können wir an Stelle der zweierlei Nachkommenschaften deren arithmetisches Mittel setzen. Auf gemeinsamen Nenner gebracht lauten daher die Formeln der Nachkommenschaften nunmehr:

Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer bestimmten Königinnenklasse in einer bestimmten Zuchtfolge können wir nun leicht berechnen. Wir gehen hierzu jeweils von der vorhergehenden Zuchtfolge aus, deren Zusammensetzung wir kennen, und

Tabelle 2b

Klasse der Königin	a	a'	b	c'
Klassen der ♀-Nachkommen in der folgenden Generation	$\frac{4a}{4}$	$\frac{4a'}{4}$	$\frac{2c+2d}{4}$	$\frac{2c+2d'}{4}$

Klasse der Königin	c	d	d'
Klassen der ♀-Nachkommen in der folgenden Generation	$\frac{2c+d+d'}{4}$	$\frac{2a+2b}{4}$	$\frac{2a+2b'}{4}$

setzen unter der Annahme, jede Königin erzeuge gleichviel Nachkommen, an Stelle jeder Königin deren Nachkommenformel nach Tabelle 2b. Man erhält so eine neue Formel, in der der Anteil jeder Königinnenklasse der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens in der betreffenden Zuchtfolge entspricht. Aus dieser neuen Formel läßt sich in gleicher Weise die Formel der nächsten Zuchtfolge berechnen und so fort.

Zur Erläuterung dieses rechnerischen Verfahrens soll die Zusammensetzung der vier ersten Zuchtfolgen ohne Auslese im folgenden berechnet werden.

3. Die Inzucht ohne Auslese und Ausmerzung

Wir gehen von einer spalterbigen Königin mit der Formel DR aus, die wir mit einer Edeldrohne D kreuzen. Wir erhalten so zur Hälfte DD-, zur anderen Hälfte DR-Nachkommen von einer DR-Mutter, also nach Tabelle 1 zur Hälfte Nachkommen der Klasse d, zur Hälfte solche der Klasse c. Die Formel der ersten Tochtergeneration (in der Vererbungsforschung allgemein F_1 bezeichnet) lautet daher:

$$F_1: \frac{c+d}{2}$$

In der nächsten Zuchtfolge (F_2) wird nun nach den Formeln der Tabelle 2b: c zu $\frac{2c+d+d'}{4}$ und d zu $\frac{2a+2b}{4}$. Es verwandelt sich daher $\frac{c+d}{2}$ in

$$F_2: \frac{2a+2b+2c+1d+1d'}{8}$$

Hieraus wird nach derselben Rechnungsart in den nächsten Zuchtfolgen:

$$F_3: \frac{5a+1a'+1b+1b'+4c+3d+1d'}{16}$$

$$F_4: \frac{13a+3a'+3b+1b'+6c+3d+3d'}{32} \text{ usw.}$$

Was besagen uns nun diese Formeln? Wir können aus ihnen unmittelbar die Wahrscheinlichkeit ablesen, mit der jede der sieben Königinnenklassen in der betreffenden Zuchtfolge zu erwarten ist.

Beispiele: In der dritten Zuchtfolge (F_3) sind Königinnen der Klasse c mit der Wahrscheinlichkeit $^4/_{16} = 25\,\%$ zu erwarten. In der vierten Zuchtfolge (F_4) sind Königinnen der Klasse a mit der Wahrscheinlichkeit $^{13}/_{32} = 40{,}7\,\%$ zu erwarten. In derselben Zuchtfolge sind Gleicherbige (a und a′) mit der Wahrscheinlichkeit $\frac{13+3}{32} = {}^{16}/_{32} = 50\,\%$ zu erwarten.

Berechnen wir nun auf diese Weise die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Gleicherbigen (Klasse a und a′), so gelangen wir für die ersten 20 Zuchtfolgen zu folgender

Tabelle 3

F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% a + a′ . . .	0	25,0	37,5	50,0	59,4	67,2	73,4	78,5	82,6	85,9
F	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
% a + a′ . . .	88,6	90,8	92,6	94,0	95,1	96,1	96,8	97,4	97,9	98,3

Diese Zahlenreihe stimmt mit der von Schäfer für geschlechtsgebundene Faktoren errechneten völlig überein. Das wird uns verständlich durch die Überlegung, daß ja sämtliche Chromosomen der Biene in einem Geschlecht (nämlich im männlichen) keinen Partner besitzen und sich damit wie Geschlechtschromosomen (X-Chromosomen) verhalten. Die durch sie vererbten Faktoren müssen sich daher in gleicher Weise vererben wie geschlechtsgebundene Faktoren.

Für den Züchter wichtig ist nun nicht das Auftreten der Gleicherbigen überhaupt, sondern vielmehr dasjenige der in der erwünschten Eigenschaft D Gleicherbigen, also der Angehörigen der

Tabelle 4a

F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% a . . .	0	25,0	31,3	40,7	45,3	50,0	53,1	55,9	57,9	59,6
F	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
% a . . .	61,0	62,1	62,9	63,7	64,2	64,7	65,1	65,4	65,6	65,8

Klasse a. Die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens geht aus der Tabelle 4a hervor, die in derselben Weise errechnet wurde wie die Tabelle 3.

Indem man die Hundertteile der Tabelle 4a von denen der Tabelle 3 abzieht, erhält man die jeweilige Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Königinnen der Klasse a' (Tabelle 4b). Gleichzeitig sind dies die Werte für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von a-Königinnen in dem Falle einer Ausgangskreuzung mit einer R-Drohne an Stelle einer D-Drohne.

Tabelle 4b

F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% a' . . .	0	0	6,2	9,3	14,1	17,2	20,3	22,6	24,7	26,3

F	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
% a' . . .	27,6	28,7	29,7	30,3	30,9	31,4	31,7	32,0	32,3	32,5

4. Die Inzucht mit Ausmerzung der Unerwünscht-Reinerbigen RR

Der im vorhergehenden errechnete Fall einer Inzucht entspricht insofern nicht der Arbeitsweise des praktischen Züchters, als dieser ja in jeder Zuchtfolge die seinen Zuchtzielen nicht entsprechenden Tiere von der Fortpflanzung ausschließt. Diese Ausmerzung des Unerwünschten soll nun im folgenden in unsere Berechnung einbezogen werden.

Nun kann die Selektion nur auf Grund des Erscheinungsbildes (Phänotypus) erfolgen, das den Genotypus keineswegs eindeutig widerspiegelt. Auch die so oft gerühmte Möglichkeit, den Genotypus der Königin unmittelbar an den von ihr erzeugten Drohnen abzulesen, besteht — wenigstens, solange wir die Faktorenkoppelungsverhältnisse der Biene nicht kennen — nur für die Faktoren, die auch bei der Drohne in Erscheinung treten, nicht aber für die gerade dem Züchter wichtigen Faktoren, die die Leistungseigenschaften der Königin und der Arbeiterinnen bedingen.

Wir müssen daher, bevor wir die Ausmerzung in unsere Rechnung einbeziehen, zuerst einmal prüfen, welche heterozygoten oder in unerwünschten Faktoren homozygoten Zuchttiere als solche überhaupt erkannt werden können und welche sich durch ihr dem Zuchtziel nicht widersprechendes Erscheinungsbild der Ausmerzung zu entziehen vermögen.

Wir sahen, daß es hinsichtlich der Erbanlagen D/R zweierlei Drohnen gibt, D-Drohnen und R-Drohnen. In ihrem Erscheinungsbild können sich die beiden unterscheiden, brauchen es aber nicht

immer zu tun. Es gibt ja, wie bereits erwähnt, viele Erbanlagen (hierunter gerade die für den Imker wichtigen die Volksleistung bedingenden!), die sich nur bei Königinnen oder Arbeiterinnen auswirken, bei den Drohnen aber in keiner Weise in Erscheinung treten.

Königinnen und Arbeiterinnen lassen bei völliger Überdeckung von D über R nur 2 Typen unterscheiden: DD und DR einerseits, RR anderseits.

Hierbei gilt jedoch dieselbe Einschränkung wie bei der Unterscheidbarkeit der Drohnentypen, indem manche Erbanlagen auch im Falle von Reinerbigkeit nur bei einem der 3 Bienenwesen in Erscheinung treten (z. B. erbliche Stechlust nur bei der Arbeiterin).

Für die Arbeiterinnen gilt dann noch eine weitere Einschränkung. Gerade die dem Züchter wichtigen erblichen Leistungseigenschaften sind, soweit sie nicht körperlich erkennbar sind (z. B. Rüssellänge), auch im Falle der Erbreinheit der einzelnen Biene nicht anzusehen, sondern wirken sich nur in der Gesamtleistung des Volkes aus (z. B. Bautrieb, Findigkeit, Brutpflegetrieb, Wetterhärte u. a.). Zur Beurteilung gerade dieser wichtigsten Eigenschaften muß daher das Gesamtbild des Volkes herangezogen werden.

Durch die Paarung der zweierlei Drohnen mit den dreierlei Königinnen entstehen Völker folgender Arbeiterinnen-Zusammensetzung:

	DD-Königin	DR-Königin	RR-Königin
D-Drohne	DD 100%	DD 50%, DR 50%	(DR 100%)
R-Drohne	(DR 100%)	DR 50%, RR 50%	RR 100%

Die Ergebnisse der Paarungen von DD-Königinnen mit R-Drohnen und von RR-Königinnen mit D-Drohnen sind in Klammern gesetzt, da sie in der Geschwisterinzucht nicht vorkommen können. Es verbleiben also viererlei hinsichtlich der Erbanlagen D/R verschieden zusammengesetzte Volkstypen. Diese verteilen sich auf die Stockmütter der 7 Klassen in folgender Weise:

Tabelle 5

Zusammensetzung der Völker von Stockmüttern der 7 Klassen in Inzucht

Königin	a	a'	b	b'
Arbeiterinnen	Alle DD	Alle RR	50% DD 50% DR	50% RR 50% DR

Königin	c	d	d'
Arbeiterinnen .	Hälfte d. Völker 50% DD, 50% DR Hälfte d. Völker 50% RR, 50% DR	Hälfte d. Völker DD Hälfte d. Völker DR	Hälfte d. Völker RR Hälfte d. Völker DR

Nach ihrem Erscheinungsbild können wir dagegen nur 3 Volkstypen unterscheiden:

Völker aus 100 % DD-Arbeiterinnen und solche aus 50 % DD- und 50 % DR-Arbeiterinnen sind erscheinungsbildlich reine D-Völker. Völker mit ausschließlich RR-Arbeiterinnen sind im Erscheinungsbild selbstverständlich reine R-Völker. Völker mit zur Hälfte DR- und zur anderen Hälfte RR-Arbeiterinnen stehen phänotypisch zwischen diesen beiden Typen.

Da nun Leistungseigenschaften eines Volkes auch unmittelbar von der Königin ausgehen können, müssen wir unter den in der Ganzheit des Bienenvolkes zutage tretenden erblichen Eigenschaften zwei Gruppen auseinanderhalten:

1. Eigenschaften des Volkes, die unmittelbar im Erbgut der Königin begründet sind.
2. Eigenschaften des Volkes, die unmittelbar im Erbgut der Arbeiterinnen begründet sind.

Im folgenden sollen diese beiden Gruppen der Kürze halber als Königinneneigenschaften und als Arbeiterinneneigenschaften des Bienenvolkes unterschieden werden. Bei manchen Merkmalen ist die Zugehörigkeit zu einer der beiden Gruppen ohne weiteres ersichtlich. So sind durch Rüssellänge bedingte Rotkleefähigkeit, erbliche gute oder schlechte Brutversorgung und erbliche Stechlust oder Sanftmüdigkeit Arbeiterinneneigenschaften, während das langsamere oder schnellere Abnehmen der Volksleistung mit zunehmendem Alter der Königin, soweit es erblich ist (vgl. Armbruster), eine ausgesprochene Königinneneigenschaft darstellt. Bei den engen Wechselbeziehungen zwischen den Gliedern des Bienenstaates ist es selbstverständlich, daß in vielen Fällen die Königin die Auswirkung der Arbeiterinneneigenschaften als Umweltfaktor beeinflußt und umgekehrt, so daß es oft noch nicht möglich ist, eine Eigenschaft mit Sicherheit einer der beiden Gruppen zuzuteilen. Forscherarbeit wird hier noch manche Klarheit zu schaffen haben.

Als Beispiel für solche schwer zu deutenden Fälle mag hier die Legeleistung angeführt werden. Es ist sicher, daß es ebenso wie bei anderen Nutztieren auch bei der Biene erblich fruchtbarere und weniger fruchtbare Linien gibt. Hier haben wir es mit einer ausgesprochenen Königinneneigenschaft zu tun. Nun kann aber eine geringe Legeleistung der Königin dadurch vorgetäuscht werden, daß die Arbeiterinnen nur wenige Brut versorgen, die meisten Eier aber wieder entfernen. Tritt eine solche Eigenart (mangelnde Brutlust der Arbeiterinnen) erblich auf, so müssen wir sie zweifellos als Arbeiterinneneigenschaft betrachten. Es wäre nun aber denkbar, daß sich die mangelnde Pflegelust der Arbeiterinnen auch auf die Pflege und Versorgung der Stockmutter erstreckte, die nun infolge unzureichender Ernährung ihre Legetätigkeit vermindern würde. Wir hätten in diesem

Falle also eine verminderte Legeleistung der Königin, deren Ursache im Erbgut der Arbeiterinnen läge, die damit also eine echte Arbeiterinneneigenschaft wäre!

So verwickelt die Fälle auch im einzelnen liegen mögen, so ist die Unterscheidung zwischen „Arbeiterinneneigenschaften" und „Königinneneigenschaften" doch zur Beurteilung der Wirkung der Zuchtwahl nicht zu umgehen, da — wie im folgenden gezeigt werden soll — die Wirkung der Zuchtwahl für beide Gruppen durchaus verschieden ist.

A. Die Wirkung von Inzucht und Auslese auf das Auftreten von Königinneneigenschaften

Wie wir oben feststellten, sind die heterozygoten DR-Königinnen der Klassen b, b′ und c von den homozygoten DD-Königinnen der Klassen a und d phänotypisch nicht zu unterscheiden. Es unterliegen daher die RR-Königinnen der Klassen a und d′ der Ausmerzung. Um nun die Zunahme der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Gleicherbigen der Klasse a unter Ausmerzung der a′- und d′-Königinnen zu berechnen, verfahren wir genau so wie oben bei der Berechnung der Tabellen 3 und 4 mit dem Unterschied, daß wir bei der Überführung einer Zuchtfolge in die nächste in unserer Formel im Zähler alle a′ und d′ streichen und den Nenner um denselben Betrag vermindern. Wir erhalten so die

Tabelle 6

Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Königinnen der Klasse a in Inzucht bei fortgesetzter Selektion in Geschwisterauslese (DR = Königinneneigenschaften). Vgl. Abb. 1, Kurve d

F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% a . . .	0	25,0	35,7	50,0	60,4	69,8	77,0	82,8	87,2	90,5
F	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
% a . . .	93,0	94,9	96,3	97,3	98,0	98,5	99,0	99,2	99,4	99,6

Der erfahrene Züchter zieht nun zur Beurteilung seiner Zuchttiere nicht nur deren Geschwistertiere und deren Leistung heran (Auslese unter Geschwistern), vielmehr stützt er seine Zuchtwahl auch auf deren Nachkommen (Auslese unter Zuchtlinien), wie es Himmer anschaulich dargestellt hat.

Auch die Wirkung dieser Zuchtweise läßt sich berechnen. Auf Grund ihrer Nachkommen können wir nun auch die mit R-Drohnen gepaarten c-Königinnen erkennen und ausmerzen. Die Hälfte dieser Nachkommen in der nächsten Generation sind nämlich RR-Königinnen der Klasse d′ und als solche auch phänotypisch erkennbar. Da nun nur noch die mit D-Drohnen gepaarten c-Königinnen, nicht aber ihre mit R-Drohnen gepaarten Schwestern derselben Klasse zur Nachzucht ver-

wandt werden, verwandelt sich in unserer Formel jeweils beim Übergang einer Zuchtfolge in die nächste c nicht mehr in $2c + d + d'$, sondern nur noch in $c + d$. Der gemeinsame Nenner in unserer Formel ergibt sich jeweils aus der Summe der a, b, c und d vorgesetzten Faktoren. Wir erhalten so die

Tabelle 7

Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Königinnen der Klasse a in Inzucht bei fortgesetzter Selektion in Linienauslese (DR = Königinneneigenschaften). Vgl. Abb. 1, Kurve e

F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
% a . .	0	33,3	45,5	64,1	74,1	83,2	88,7	92,7	95,2	97,0	98,0	98,8	99,1	99,5	99,7

B. Die Wirkung von Inzucht und Auslese auf das Auftreten von Arbeiterinneneigenschaften

Ist D/R ein Faktorenpaar, das Eigenschaften der Arbeiterinnen beeinflußt, so zeitigt die einfache Auslese unter Geschwistervölkern denselben Erfolg wie die Zuchtlinienauslese bei Königinneneigenschaften. In beiden Fällen wird ja der Phänotypus der ersten Nachkommengeneration zur Beurteilung der Königin verwandt.

Tabelle 7 und die Kurve b der Abb. 2 stellen daher gleichzeitig die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von a-Königinnen bei fortgesetzter Selektion in Geschwisterauslese für Arbeiterinneneigenschaften dar.

Noch wirkungsvoller ist nun die Linienauslese bei Arbeiterinneneigenschaften. Da sie sich über 2 Generationen erstreckt (Tochterkönigin = 1. Generation, deren Arbeiterinnen = 2. Generation), gelingt hier auch die Ausmerzung der b-Königinnen. An ihren Arbeiterinnen sind sie zwar nicht zu erkennen, wohl aber an den Arbeiterinnen ihrer Töchter. Diese sind ja zur Hälfte c-Königinnen, von denen sich die Hälfte mit R-Drohnen paart. Wir erhalten daher unter den b-Königinnen zu einem Viertel solche, die in ihren Völkern 50 % RR-Arbeiterinnen liefern. In der Zuchtlinienauslese werden nun nicht nur diese c-Königinnen, sondern auch ihre Mütter aus der Klasse b ausgemerzt. Nach der oben gezeigten Methode errechnet sich die

Tabelle 8

Zunahme der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Königinnen der Klasse a in Inzucht bei fortgesetzter Selektion in Linienauslese (DR = Arbeiterinneneigenschaften). Vgl. Abb. 1, Kurve f

F	1	2	3	4	5	6	7
% a . . .	0	33,3	71,4	91,2	97,7	99,4	99,9

5. Praktische Folgerungen aus den errechneten Tabellen und Kurven

Die Tabellen 3, 4a und 4b sowie die dazugehörigen Kurven a, b und c zeigen die Zunahme der Gleicherbigkeit infolge fortgesetzter Inzucht bei völligem Fehlen einer Auslese. Wenn auch kein praktischer Züchter eine Inzucht ohne gleichzeitige Auslese durchführen wird, so ist dieser Fall doch häufig genug in der Praxis verwirklicht. Der praktische Züchter muß sich ja in der Zahl seiner Zuchtziele Beschränkungen auferlegen, und so sind stets nur eine begrenzte Zahl von Merkmalspaaren der Auslese unterworfen, während eine sehr viel größere Zahl vom Züchter teils bewußt zurückgestellt werden muß, zum anderen Teil wohl auch seiner Beobachtung entgeht. In allen diesen Merkmalen wird, wie uns die Berechnungen und ihre Darstellung in den Kurven zeigt, auch ohne die Auslese durch den Züchter früher oder später Gleicherbigkeit erzielt. Eine Betrachtung der Tabelle 3 und der dazugehörigen Kurve a lehrt uns, daß das am Anfang sogar recht schnell geht. Die Kurve steigt am Anfang recht steil an: In einem beliebigen Merkmalspaar wird in der 2. Generation bereits mit 25 % Wahrscheinlichkeit Isozygotie erreicht sein, in der 4. Generation gar mit 50 % Wahrscheinlichkeit.

Das bedeutet aber, daß in der 2. Generation bereits 1/4 aller Merkmalspaare, in der 4. Generation aber die Hälfte aller Merkmalspaare nicht mehr als Paare vorhanden sind. Die Königinnen sind in bezug auf dieses Merkmalspaar gleicherbig geworden. Ob dies in der gewünschten oder in der unerwünschten Richtung geschieht, entscheidet der Zufall. Es werden daher ohne Zutun des Züchters in der 4. Generation durchschnittlich ein Viertel aller Merkmalspaare in erwünschter, ein Viertel in unerwünschter Richtung gleicherbig geworden sein. Der eine Anlagenpartner (das eine Allel) ist nun endgültig aus der Zucht verschwunden und kann nur unter Aufgabe der Inzucht wieder hineingekreuzt werden.

Dieses Verschwinden auch wertvoller Eigenschaften aus den Inzuchtstämmen ist ein Nachteil der Inzucht, der nicht unterschätzt werden darf. Vorläufig tritt er allerdings noch nicht in Erscheinung, da selbst unsere Hochzuchtstämme noch genügend heterozygote Anlagen enthalten, die der Reinzucht harren. Einmal wird aber das Ziel völliger Gleicherbigkeit in allen Eigenschaften erreicht sein. Je mehr Züchter es unabhängig voneinander erreichen und je mannigfaltiger die Umweltbedingungen sind, für die auf höchste Leistungsfähigkeit gezüchtet wird, um so reicher wird das Anlagenmaterial sein, das späteren Züchtern zur Verfügung steht.

Die Tabellen 6, 7 und 8 und ihre bildliche Darstellung in den Kurven d, e und f zeigen uns die Zunahme der Gleicherbigkeit bei fortgesetzter Inzucht unter dem Einfluß der Selektion. Alle drei Kurven haben anfänglich einen steilen Anstieg, der mit jeder Zuchtfolge etwas geringer wird, so daß sich die Kurven immer mehr der Waagrechten

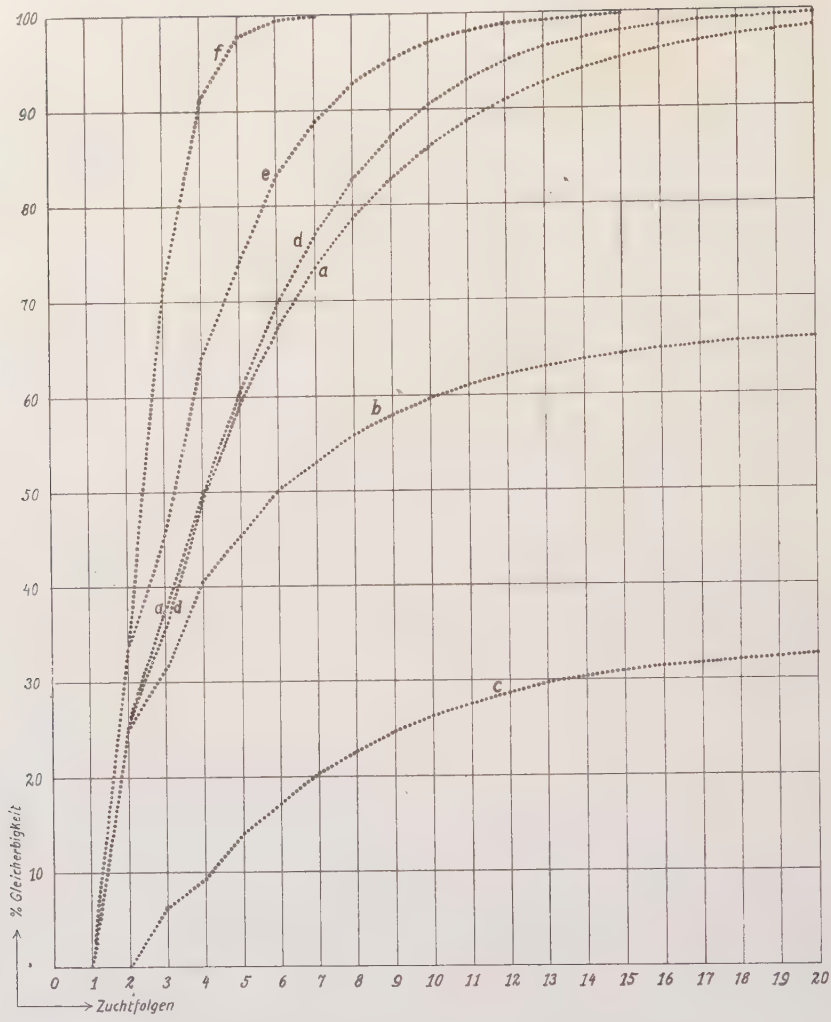


Abb. 1

nähern. In den ersten Zuchtfolgen sind Inzucht und Auslese also außerordentlich wirkungsvoll. Ihre Wirksamkeit nimmt aber mit zunehmender Generationenzahl ab, so daß in späteren Zuchtfolgen nur noch geringe Fortschritte erzielt werden. Die Heterozygotie, die wir in unseren derzeitigen Hochzuchtstämmen selbst nach zahlreichen Inzuchtgenerationen antreffen, finden damit wenigstens teilweise ihre Erklärung.

Wie uns die Kurven d, e und f anschaulich zeigen, ist der Grad des Verschwindens der Ungleicherbigen sehr verschieden, je nachdem die Selektion Eigenschaften des Bienenvolkes erfaßt, die durch Erbanlagen der Königin oder durch Erbanlagen der Arbeiterinnen bedingt sind. Ferner hängt er davon ab, ob die Auslese unter Geschwister-

völkern nur nach deren eigenen Eigenschaften erfolgt, oder ob zu ihrer Beurteilung auch die Eigenschaften ihrer Tochtervölker herangezogen werden. Aus dem Vergleich der Kurve e mit der Kurve d sowie der Kurve f mit der Kurve e geht anschaulich die große Überlegenheit dieses letzteren Zuchtverfahrens der Zuchtlinienauslese hervor, für dessen Anwendung in der Bienenzucht H i m m e r mit Recht eintritt.

6. Zusammenfassung

1. Zur Erzielung erbtreuer Zuchtstämme ist nicht nur Reinerbigkeit (Homozygotie), sondern Gleicherbigkeit (Isozygotie) erforderlich. Diese ist durch forgesetzte Inzucht zu erreichen.

2. Die Wahrscheinlichkeit, mit der bei fortgesetzter Inzucht mit und ohne gleichzeitige Selektion Gleicherbigkeit auftritt, läßt sich für Erbanlagen mit mendelndem Erbgang für jede Inzuchtgeneration errechnen.

3. Erbliche Eigenschaften des Bienenvolkes, die unmittelbar durch Eigenschaften der Königin bedingt sind („Königinneneigenschaften") werden von der Selektion anders betroffen als unmittelbar durch Eigenschaften der Arbeiterinnen bedingte Volkseigenschaften („Arbeiterinneneigenschaften"). Der Unterschied wird errechnet und graphisch veranschaulicht.

4. Auslese unter Geschwistervölkern auf Grund ihrer eigenen Eigenschaften führt langsamer zum Ziel als die Auslese unter Berücksichtigung der Eigenschaften ihrer Tochtervölker (Zuchtlinienauslese). Der Unterschied wird errechnet und graphisch veranschaulicht.

5. Für die Züchterpraxis zeigt die Errechnung der Wirkung der Inzucht ohne Selektion die Gefahr des Verlustes von wertvollem Erbgut, die mit jeder Inzucht verbunden ist. Die zahlenmäßige Erfassung der Selektionswirkung zeigt die unbedingte Überlegenheit der Zuchtlinienauslese über die einfache Auslese.

Die geschichtliche Entwicklung des Seidenbaues im böhmisch-mährischen Raum, insbesondere im Sudetengau

Von

Dr. Heinrich Härdtl

Inhalt

Die ersten Anfänge des Seidenbaues in Böhmen durch Wallenstein in den Jahren 1625 bis 1634. — Die Bemühungen der Kaiserin Maria Theresia und des Kaisers Joseph II. um den Seidenbau in den Jahren 1749—1790. — Die Förderung des Seidenbaues durch ergänzende Verordnungen der Gubernialregierungen und die Bestrebungen der patriotisch-ökonomischen Gesellschaft in Prag. — Das Aufblühen des Seidenbaues zu Beginn der Regierungszeit des Kaisers Franz Joseph I. in den Jahren 1859—1880, die Verbreitung in den Sudetenländern und der erneute Niedergang. — Die Lehren aus den wiederholten Bestrebungen und Mühen unserer Vorfahren für unsere jetzigen Arbeiten zur breiteren Einführung des Seidenbaues.

Bei der geschichtlichen Darstellung des Seidenbaues wurden von Bock (1938) die wichtigsten Marksteine in gedrängter Zusammenfassung dargestellt. Betreffs der altreichsdeutschen Gebiete besitzen wir in der Arbeit von Oessenich (1938) eine übersichtliche Darstellung der geschichtlichen Entwicklung des Seidenbaues. Da nun auch im Sudetengau die Seidenraupenzucht derzeit gepflegt und gefördert wird, möchte ich einen kurzen geschichtlichen Überblick über diesen Erwerbszweig geben, um aus den Arbeiten und Mühen unserer Vorfahren zu lernen und dadurch den Seidenbau zu fördern.

Der Sudetengau war durch viele Jahrhunderte wirtschaftlich und staatlich als Teil der Kronländer Böhmen, Mähren und Schlesien in die österreichische Monarchie eingebaut. Alle Maßnahmen in diesen Ländern und so auch alle ehemaligen Bestrebungen zur Förderung des Seidenbaues führten in das frühere Zentrum des Reiches, nach Wien und in die Hauptstädte der Länder des böhmisch-mährischen Raumes, nach Prag, Brünn bzw. Olmütz und Troppau. Von diesen Städten strahlte der Einfluß und die Kraft der Bestrebungen in die Provinz aus.

Der Seidenbau wurde wohl erstmals in diesem Raume in Böhmen einzuführen versucht. Es war Herzog Albrecht von Wallenstein, der im Herbst 1625 von Eger aus brieflich seinem Landeshauptmann

Gerhardt von Taxis, dem Leiter seiner Hofkammer von Jitschin[1]) befahl, des Seidenbaues kundige Leute aus Italien nach Jitschin kommen zu lassen, die Maulbeerpflanzen wie auch Eier des Seidenspinners mitbringen sollten (vgl. Förster 1834, S. 361; Ernstberger 1929, S. 83). Am bekanntesten ist wohl der Brief aus Sprottau vom 17. April 1627 an seine Hofkammer, wo er auch die Anpflanzung von Maulbeerbäumen in seinem Lustgarten anordnete. Um diesem Auftrag zu folgen, wurden bereits in den folgenden Jahren bis 1634 nicht nur in Jitschin, sondern auch in der Umgebung zahlreiche Maulbeerbäume angepflanzt und Seidenbau betrieben. Wallenstein wollte unabhängig sein und nicht nur die Rohseide selbst gewinnen, sondern auch selbst verweben lassen. Er berief die Seidenweber ebenfalls aus Italien. Nach dem Tode Wallensteins geriet der Seidenbau wiederum in Verfall. Vielleicht mit angeregt durch diese Bemühungen sowie durch den aus Mainz kommenden Hofrat Becker überzeugt, ließ im 17. Jahrhundert ein Fürst Lichtenstein auf einigen Herrschaften wie Lundenburg und Feldsberg in Mähren Maulbeerkulturen anlegen. Ebenso wurden in der mährischen Stadt Kremsier um 1665 bis 1675 Maulbeerbäume angepflanzt, von denen nach 200 Jahren noch einige sich erhalten haben (Stieber 1868).

Weiter erwähne ich, daß im Jahre 1666 Johann Joachim Becher aus München seine in Wien eingebrachten Statuten einer zu bildenden Seidenkompanie bewilligt erhielt. Es entstand die erste Seidenfabrik Österreichs bei Wien in Walpersdorf. Diese ging nach wenigen Jahren zugrunde und erst unter der Kaiserin Maria Theresia und Kaiser Joseph II. nahm man sich dieses Industriezweiges und des Seidenbaues an. Man suchte nach Beendigung des Erbfolgekrieges erstmalig im Jahre 1748 durch die Förderung des Seidenbaues den Wohlstand und die Steuerkraft des Volkes zu heben, außerdem sich in diesem Produkt vom Auslande unabhängig zu machen.

Im Jahre 1749 wurden durch den Ingenieur-Major Carlo Cremeri[2]) in den Schanzgräben Prags und deren Umgebung Maulbeerpflanzen ausgesetzt, schließlich ihm sogar vom Hof in Wien das Eigentumsrecht dieser Pflanzungen eingeräumt. Außerdem waren dieser wie auch sein Geschäftsmitinhaber Locatelli sieben Jahre steuerfrei[3]). Auch in den nächst-

[1]) In einem Brief Wallensteins vom 27. Dezember 1627 wird dieser Ort „Gitschen" geschrieben, ansonsten liest man „Gitschin". Es verdient hervorgehoben zu werden, daß in den Briefen Wallensteins sowohl Gitschin wie auch Gütschin zu lesen ist (vgl. Hallwich 1912). Nach Förster (S. 55) stammte der erste Brief betreffs Einführung des Seidenbaues vom 3. August 1625 aus Eger: „Müsset schauen, wie allerlei artes auf Gitschin introduciert werden, von Seiden- und Wollarbeiten; ehe die Maulbeerbäume groß werden, so kann man seda cruda aus Welschland kommen lassen." Demnach liegen die Anfänge der Seidenzucht noch einige Jahre zuvor.

[2]) Manchmal liest man auch den Namen „Cremens", der jedoch falsch ist. Maßgebend ist das Büchlein von Rangheri und von Kalina von Jäthenstein.

[3]) Von den Eintrittsgeldern zu den Maskenbällen, die Locatelli als Theaterunternehmer in Prag durchführte, mußte ein Teil zur Gründung eines Fondes für Maulbeerbaumanlagen abgeführt werden.

folgenden Jahren waren es Italiener, wie z. B. Scotti, die sich um die Verbreitung des Seidenbaues verdient machten, Menschen, die ihre reichen Erfahrungen aus ihrer Heimat hier zu verwerten suchten.

Auf Grund dieser Erfolge im Seidenbau in Prag erließ die Kaiserin Maria Theresia am 3. Jänner 1750 das erste Hofdekret bezüglich der Seidenraupenzucht[1]). Als eine Auswirkung dieser Maßnahme ergab sich, daß bei Errichtung des Manufaktur-Amtes 1752 in Brünn auf eine Maulbeerplantage Bedacht genommen wurde. In einer gedruckten, kurzen Anleitung hieß es, „daß in den volkreicheren Ortschaften jeder Hauswirth 2 oder 4 Bäume vor seinem Hausthor setzen und hegen solle". Um einen Anreiz zu bieten, sicherte die Regierung durch die Verordnung vom 8. Jänner 1754 jedem für 500 wohlerhaltene Maulbeerbäume eine geldliche Belohnung zu. Dazu kam, daß am 23. März 1757 durch eine Verordnung die kostenlose Verteilung von Maulbeersträuchern in Wien verfügt wurde.

Nach den Jahren des siebenjährigen Krieges wurden erneut die Bemühungen um die Einführung des Seidenbaues in den nördlichen Erbländern der Monarchie aufgenommen. Man hatte die Überzeugung, daß hierorts sowohl der Boden geeignet für Maulbeerpflanzungen, als auch die bisher gewonnene Seide von guter Qualität sei. Die Commercial-Consesse[2]) wurden von der Regierung zu Erhebungen über den Stand des Seidenbaues aufgefordert. Die weiterhin folgenden Verordnungen beziehen sich bereits auch auf Erzeugnisse des Seidenbaues, so die Verordnung vom 23. April 1763. Danach sollte jedermann für jeden durch 3 Jahre wohlgepflegten Maulbeerbaum eine geldliche Belohnung erhalten, desgleichen auch derjenige, der eine bestimmte selbsterzeugte Menge Galetten (= Kokons) zur Einlösung bringt. Das bald darauffolgende Patent (= Gesetz) vom 16. August 1763 war an alle Länder der Monarchie gerichtet[3]) und man wandte sich darin insbesondere an den Großgrundbesitz und die Städte, die sich der Maulbeerkultur widmen sollten. Der nötige Maulbeersamen wurde unentgeltlich zur Verfügung gestellt. Im Patent wurde ferner allen herrschaftlichen Gärtnern eine jährliche Belohnung für erfolgreiche Maulbeerpflanzungen zugesichert, ebenso den Beamten, die sich im Seidenbau hervortun[4]), bzw. sich um dessen Einführung verdient machen.

Es war natürlich, daß man in Erweiterung dieser amtlichen Verfügungen auch Anleitungen zur Durchführung des Seidenbaues herausgab.

[1]) Die Originale besitzt das Wiener Reichsarchiv, Abtlg. Hofkammerarchiv, dem ich auch für diesbezügliche Schrifttumshinweise danke.

[2]) Um sich vom Ausland unabhängig zu machen, hatte die Kaiserin Maria Theresia für alle auf Handel und Manufaktur bezüglichen Gegenstände eine Hofkommission errichtet und in jeder Provinz eine entsprechende Behörde, ein Commercial-Conseß, eingesetzt.

[3]) Eine Wiedergabe des Wortlautes findet man auch bei Heintl (1829).

[4]) Über die Auswirkung dieses Patentes in Österreichisch-Schlesien sowie in Mähren berichtet Kürschner (1870 und 1872).

In einer „Kurzen Anleitung zur Pflanzung der Maulbeer-Bäume und Erziehung der Seiden-Würme", die 1764 von einem Patrioten für den gemeinen Mann geschrieben wurde, wird die Maulbeerpflanze als ein Baum geschildert, der wenig Ungeziefer an sich leide. Der weiße Maulbeerbaum hat die kalten Winter von 1709 und 1740 gut überstanden. Deshalb wird auch der Samen von bereits akklimatisierten Pflanzen zur Aussaat und die Verpflanzung in gut gedüngten Boden empfohlen. Bei der Aufzucht der Raupen wird die Verwendung des Lochpapieres bereits bei den schlüpfenden Räupchen genannt; Spätlinge bei dem Schlüpfen können ohne Verlust weggeworfen werden, da sie nur „Ungelegenheiten machen". Ferner wird die Trennung der jeden Tag geschlüpften Räupchen voneinander gefordert, damit diese wiederum zu gleicher Zeit in die Häutung gingen und „die Pflegung mit besserer Ordnung geschehe". Während der Häutung soll keine Fütterung vorgenommen werden. „Sonst würde man verursachen, daß sie sich in der Folge gar zu ungleich häuten, usw." Das alles mutet ganz modern an und auch zur Umbettung der Raupen bei der Reinigung der Hürden wird ein Netz nach der in China eingeführten Art angeraten, wie es derzeit von uns in größeren Raupereien benützt wird.

Der Ansporn durch die erwähnten Verordnungen und Patente zur Aufnahme des Seidenbaues half sichtlich nicht, denn durch die Verordnung vom 30. Juli 1765 wurde jede Herrschaft mit eigenem Gärtner verpflichtet, eine gewisse Menge Maulbeerpflanzen zu züchten, auszupflanzen oder aber an die Untertanen abzugeben, widrigenfalls sie mit 50 Reichstalern Strafe bedacht werden. Dazu kam am 24. Dezember 1765 die Verordnung, daß öde Plätze, Heiden und Straßenränder mit Maulbeersträuchern zu bepflanzen sind. Ähnliche Verordnungen wurden noch am 20. Juni 1772 und 14. August 1777 erlassen.

Die Ursache des Mißlingens aller Bestrebungen liegt nach Ansicht Kürschners darin, daß das ganze Unternehmen nur wenigen Personen anheim gegeben war, die untereinander zu wenig Verbindung zum Erfahrungsaustausch besaßen.

Auch Kaiser Joseph II. wurde nicht müde, sich wie aller Sachen, die zum Nutzen des kleinen Mannes und Bauern waren, auch des Seidenbaues anzunehmen. Ich erinnere an die Verordnungen vom 12. und 26. Oktober 1781, 28. März und 12. April 1782 sowie 6. April 1786. Joseph II. forderte zur Anpflanzung von Maulbeeren auf und sicherte jenen Gemeinden Prämien zu, welche die größte Zahl von Maulbeerbäumen besaßen und die Seidenkultur begonnen hatten. Schließlich wurde mit dem Hofdekret vom 4. September 1788 eine Belohnung von 200 Dukaten für die Erfindung eines sicheren Mittels gegen die Krankheit der Raupe ausgeschrieben. Auch wurde später ein Einfuhrverbot für Seide erlassen, so daß gerade im südlichen Teil der Monarchie sich dieses günstig auf die Seidenraupenzucht auswirkte (vgl. Claricini 1867).

Einige Hinweise auf solche in Mähren gelungene Seidenraupenzuchten bringt Stieber (1868). Der Lehrer L. Helm gewann sieben Pfund abgehaspelte Seide bereits in den Jahren 1786—1788. Auch andere Züchter werden hervorgehoben.

Wie sehr bereits vor dem Jahre 1792 die Seidenraupenzucht in den Sudetenländern bekannt war, geht aus dem kleinen Büchlein „Kronik und Geschichten von der Landwirthschaft usw." für Schulkinder hervor. Es heißt hier (S. 78): „Auch sind Maulbeerbäume anzupflanzen." „Da die Unterhaltung dieser Seidenwürmer den böhmischen Seidenzeugfabriken dienlich ist, so sind gewisse Belohnungen für diejenigen ausgesetzt, welche Maulbeerbäume anpflanzen, und Seidenwürmer unterhalten." Man erkennt darin eine Anlehnung an die höchsten Verordnungen, wie ich sie erwähnte und weiter auch, daß der Gedanke von der Zweckmäßigkeit des Seidenbaues in die breite Masse des Volkes zu tragen gesucht wurde. Von Bedeutung erscheint der Hinweis auf die Seidenzeugfabriken, nicht allein wegen ihrer Arbeitsquelle für die Bewohner, sondern weil doch jetzt zu dem Seidenbauer der Handwerker, besser der Fabrikant sich gesellte und beide gemeinsam bei verschiedenen Fragen zur Förderung dieses Erwerbszweiges zu einer Lösung drängen konnten. Scheinbar war es aber dem Unternehmer gleich, woher seine Seide kam, wenn er nur günstig einkaufen konnte. Meist haspelte jeder Züchter seine Kokons selbst ab und verkaufte seine Strähne.

In Böhmen (besonders auf der Herrschaft Pottenstein bei Königgrätz) allein erzielte man 1789 bereits 40 Ztr. reiner gesponnener Seide wobei das Pfund mit 10 Gulden bezahlt wurde. Diese Bemühungen der Gubernien, Ackerbaugesellschaften und Landwirtschaftsvereine zur breiteren Einführung des Seidenbaues waren jedoch nicht erfolgreich. Erwähnt sei das Hofdekret vom 5. Jänner 1795, wodurch die Bevölkerung zum Seidenbau ermuntert wurde mit dem besonderen Hinweis, „daß die italienische Seide der böhmischen an Klarheit und Festigkeit des Fadens weit nachstehe und daß an den bisherigen langsamen Forschritten der Seidenkultur nicht das Klima, welches bloß erheischt, daß die Seidenwürmer-Eier länger in der Kälte erhalten werden, damit die Würmer nicht eher auskriechen, als bis die Maulbeerbäume sich beblättert haben, sondern bloß die Unerfahrenheit der Landesbewohner Schuld ist; usw.".

In den nördlichen Ländern der Monarchie, dem jetzigen Sudetengau gab es manche Stellen, welche die Anregungen der Regierung aufgriffen. So z. B. wurde in Troppau und Jägerndorf in Schlesien an zwei Stellen Seidenraupenzucht betrieben. Es erschien 1796 ein Büchlein: „Anweisung zum Seidenbau der Jägerndorfer Jugend." Es war bekannt, daß der Hauptschuldirektor Schilder während der 90er Jahre in Jägerndorf mehrere Pfund Seide gewonnen hat. Er dürfte wohl auch der Verfasser dieses Büchleins sein. Ferner erwähne ich vor allem den Lehrer F. J. Pietsch aus Aussig, der 1797 ein Büchlein für den Seidenbau der Öffentlichkeit übergab.

Dieses Büchlein von Pietsch zeugt von einer guten Sachkenntnis und Naturbeobachtung. Den Bedürfnissen der damaligen Zeit entsprechend beschreibt der Verfasser eingehend das Abhaspeln der Kokons, denn die Zentralisierung der Kokonablieferung und Verarbeitung fehlte. Weiter befaßt sich Pietsch mit dem Pflücken des Laubes und mit den Krankheiten der Raupen. Um der Sache weiter zu dienen, macht sich der Verfasser für die Besorgung von Schmetterlingseiern und Maulbeersetzlingen erbötig.

Im gleichen Jahr widmete auch Mehler in seinem Werke dem Seidenbau Aufmerksamkeit. Er hebt einleitend hervor, daß die Erfahrung das gute Gedeihen und Fortkommen von Maulbeerbäumen und Seidenraupen in Böhmen bestätige. Der Seidenbau sei deshalb zu fördern, weil dieser bei dem Landwirt als Zwischenarbeit einen erträglichen Nebenerwerb darstelle und für das Land von volkswirtschaftlichem Nutzen sei. Mehler geht ebenfalls auf alle Teile des Seidenbaues ein, aber beschränkt sich auf die praktischen Bedürfnisse des Züchters wie Maulbeerpflanzung, Zucht des Seidenspinners und Verarbeitung des Kokons.

Vor allem schien in der „Königlich patriotisch-ökonomischen Gesellschaft im Königreich Böhmen" der Mittelpunkt aller Bestrebungen zur Verbreitung des Seidenbaues zu liegen. Hier suchten Seidenbauer Rat, von hier ging auch die Förderung der Seidenraupenzucht aus. So lesen wir in den Abhandlungen der Gesellschaft (1803, S. 19), daß ihr eine Berechnung von dem Nutzen des Seidenbaues im März 1800 überreicht wurde, ferner (S. 58), das Marcus Chiáppone, Inhaber einer Maulbeerplantage bei Brandeis a. d. Elbe, um Anempfehlung seiner Setzlinge ersuchte. Die Gesellschaft veranlaßte dies dann bei der Behörde. Auch in späteren Jahren findet man die Gesellschaft als Förderer des Seidenbaues. In ihrem Wirtschaftskalender (1807, 1808) hatte sie über die praktische Durchführung des Seidenbaues Anweisungen gebracht. Auch hierbei war der Wunsch erkennbar, den Seidenbau gemäß der genannten Verordnung vom 5. Januar 1795 volkstümlich zu machen, aber die Bemühungen zeigten doch nur vereinzelte Erfolge.

Von Wien aus kam für die Monarchie die weitere Verordnung vom 23. Feber 1804. Darin wurden die Kreisämter angewiesen, über Maulbeerpflanzungen und Seidenzucht alljährlich Bericht zu erstatten, vor allem aber die besten Züchter namentlich der Öffentlichkeit bekannt zu geben, damit diese beim Verkauf ihrer Ware bessere Preise erzielten. Mit der Verordnung vom 3. Dezember 1812 wurden die vorangehenden, insbesondere jene vom 23. Feber 1804 erneuert, da der Erfolg nicht den Erwartungen entsprochen hatte. Am 8. Jänner 1813 und 22. August 1814 wurden die gleichen Amtsstellen beauftragt, bestehende Pflanzungen instandzuhalten. Auch von Gutsherren wurden die Anregungen aufgegriffen, aber trotz großer Maulbeerpflanzungen verschiedenerorten stellte sich nur ein schwacher und kein dauernder Erfolg ein. In den zur Erinnerung gebrachten Verordnungen wurde auch der Auftrag zur

Anpflanzung entlang der Straßen gegeben und die Bestrafung für mutwillige Beschädigung ausgesprochen.

Die noch erhaltenen, bedeutenden Anpflanzungen in den Prager Schanzgräben übernahm 1813 Rangheri. Dieser hatte bereits in den früheren Jahren (seit 1808) mit Erfolg daselbst Seidenbau betrieben und eine gute Gesamtdarstellung des praktischen Seidenbaues veröffentlicht, deren Studium in einer Gubernialverordnung vom 4. August 1814 empfohlen wird.

In dieser Zeit war der Seidenbau gegenüber früheren Jahren sehr zurückgegangen, deren Ursache Rangheri (1813) wohl mit Recht auch darin erblickt, daß die Züchter wenig Gelegenheit hatten, ihre Kokons zu verkaufen. Sie mußten auch selbst abhapseln. Rangheri erwähnt, daß viele Maulbeeranlagen ungenützt stehen. Dieser beschäftigte sich auch in den folgenden Jahren mit Seidenbau. 1836 erntete sein Sohn 302 Pfd. Kokons (30 Pfd. Seide) und verkaufte sie nach Verona[1]). Es ist bezeichnend, daß die erfolgreichsten Seidenbauer in diesen Ländern Italiener waren. Wichtig ist, daß diese den Seidenbau sehr viele Jahre betrieben, so daß für andere eine Ermunterung hierzu gegeben war. Aber dies schien nur ganz mäßig der Fall zu sein. Damit dürfte die bereits genannte Ansicht von Kürschner über den geringen Erfahrungsaustausch als Ursache des Mißlingens einer breiten Einführung richtig sein, denn die Italiener brachten ihre Erfahrung im Seidenbau aus ihrer Heimat mit. Weiter ergibt sich daraus — wenn man auch damals nicht genügend darauf einging —, daß dies der beste Beweis für die Möglichkeit des ertragreichen Seidenbaues in unseren Ländern war.

Die österreichische Landwirtschafts-Gesellschaft bekundete auch ein Interesse am Seidenbau: Heintl veranlaßte in deren Versammlung am 6. Juni 1825 die Stiftung hoher Geldpreise für die Erzeugung einer bestimmten Menge reiner Seide, insbesondere für den, in dessen Gegend, d. h. 3 Meilen in der Runde kein Seidenbau betrieben wurde (Schreibers). Damit trachtete man Keimzellen im Lande zu schaffen und zu einer raschen Verbreitung des Seidenbaues beizutragen.

Nach Kalina von Jäthenstein (1836) wurde der Seidenbau seit 1789 ungeachtet öfterer Anregungen in Böhmen fast ganz vernachlässigt. Dieser Erwerb sei jedoch als Nebenbeschäftigung geeignet, weil die ansonst in der Landwirtschaft tätigen Menschen hierdurch gerade in einer wenig beanspruchten Zeit Verdienst hätten. Es wird die Teilung der Arbeit in Maulbeerzucht, Kokongewinnung und Abhaspeln erläutert mit dem Hinweis auf ähnliche Gebräuche in anderen landwirtschaftlichen Erwerbszweigen. Um die Ergiebigkeit des Seidenbaues zu veranschaulichen, geht Kalina auf Bestrebungen in den deutschen Staaten ein. Ebenso wie in Böhmen, so war aber auch in Preußen, Bayern, Württemberg

[1]) Die Angabe bringt Liebich (1837, S. 24), welcher bei Rangheri die Seidenraupenzucht studierte und dessen reiche Erfahrungen auch in seiner Schrift verwerten konnte.

u. a. in den gleichen Jahren trotz staatlicher Förderung ein Niedergang in der Seidenerzeugung festzustellen. Darum wird versucht, die verschiedensten Vorurteile energisch zu widerlegen und Kalina bringt eine Ertragsberechnung unter Heranziehung der erfolgreichen Seidenraupenzucht von Rangheri in Prag.

Hervorzuheben ist weiter die Schrift von Liebich[1]) (1837). Dieses Büchlein ragt unter den vielen Schriften durch große Sachkenntnis hervor. Der Verfasser bemüht sich, offene Fragen herauszuarbeiten, um Versuche anzuregen (z. B. Winterfütterung, Zucker als kräftigendes Futter, Prüfung der Schmetterlingseier usw.). In seiner Schrift sucht Liebich besonders auf die wirtschaftlichen Verhältnisse einzugehen und zieht Vergleiche mit anderen Ländern. Man sieht, daß der Verbrauch an Naturseide in Preußen, Bayern, Frankreich usw. sehr hoch war und Liebich leitet daraus ab, daß der Seidenbau auch in Böhmen volkswirtschaftlich großen Nutzen brächte und durch die Teilung nämlich der Produktion im Flachland und der Verarbeitung in Gebirgsgegenden, allen Gebieten Böhmens von Nutzen wäre.

Die k. k. Patriotisch-ökonomische Gesellschaft war infolge des sichtlichen Niederganges des Seidenbaues in Böhmen wiederum bemüht, dem Abhilfe zu schaffen. In dem von ihr veranlaßten Buch von Schwippel (1835) wird eine kurze Anleitung zum praktischen Seidenbau gegeben. Ferner ermunterte sie 1840 den Lehrer Josef Ranert der Stadtpfarrschule zu Prag, Seidenzucht zu pflegen und förderte sie durch Überlassung von Laub aus ihrer eigenen Baumschule. Im Jahre 1849 erhielt Ranert die Genehmigung, alljährlich den Lehramtskandidaten unentgeltlich Unterricht in der Seidenzucht zu erteilen. Nach dem Schulplan sollte die Jugend auch in der Seidenerzeugung unterrichtet werden (Ranert 1854). Zu dieser Zeit wurde in Böhmen kaum 1 Ztr. reiner Seide erzeugt. Diese geringe Erzeugung wird auch aus der Zusammenstellung nach amtlichen Angaben von Fraas (1852) ersichtlich. Als Ursache des Niederganges gibt Fraas an: bürokratisches Leiten und befehlshaberisches Tun, ungeschickte Beamten- und Dilettanten-Administration[2]). Auch in einem Lehrbuch für angehende Landwirte wird die Seidenraupenzucht mit berücksichtigt (Hofmann 1852), so daß also der Seidenbau im Unterricht stets zu den geförderten Erwerbszweigen gehörte, wenn auch augenblicklich in dessen Verbreitung ein starker Nieder-

[1]) 1836 gründete Forstrath Chr. Liebich in Prag einen Aktienseidenbauverein und errichtete große Maulbeeranlagen bei Prag (Malešic). Dieser Verein stellte aber sehr bald infolge geldlicher Schwierigkeiten seine Tätigkeit ein.

[2]) Nähere Angaben darüber und Einzelfälle bringt Fraas selbst. Das Studium der Jahresberichte und anderer Quellen bestätigten mich in der Anerkennung dieses Urteils. Allerdings möchte ich erwähnen, daß die Bemühungen einiger österreichischer Offiziere aus dem damaligen sogenannten Patriotismus zu erklären sind. Sie haben im Seidenbau d. h. in Maulbeeranpflanzung Vorbildliches geleistet, und ich verweise auf die Anpflanzungen in Theresienstadt und an der Militärgrenze in Kroatien, Ungarn usw., worüber wir eingehend auch von Heintl (1829, S. 27 ff.) unterrichtet werden. — In diesem Zusammen-

gang zu verzeichnen war. Zu erwähnen wäre noch das in Form eines Zwiegespräches abgefaßte Buch von Stamm (1853), das lediglich einen sehr kurzen Hinweis auf die Seidenzucht bringt mit dem Bemerken, dadurch manchen zur Seidenraupenzucht zu veranlassen. Stamm, der dieses Buch in Komotau verfaßte, scheint vermutlich diesen Erwerbszweig daselbst wenig oder nicht gekannt zu haben.

Nach all dem mir Bekanntgewordenen möchte ich aber feststellen, daß die Verordnungen von den obersten Stellen, wie sie durch die Regierung der Kaiserin Maria Theresia, Kaiser Josephs II. und der darauf weiterbauenden Regierungen gegeben wurden, bestimmt vorzüglich waren; ich erinnere daran, daß der wirtschaftliche Aufstieg der oberitalienischen Provinzen in den Jahren 1820—1846 diesem Einfluß zugeschrieben werden muß (Steer 1858). Weiter äußert sich Steer, der viele Jahre daselbst verbrachte, dahin, daß „keine Vereine, keine Stiftung und Aufmunterung von seiten der Regierung bei den intelligenten Italienern vonnöthen waren, um sie zur Wahrung ihrer Familieninteressen zu drängen". Das lombardische und venetianische Volk „folgte dem Beispiel der Besten seines Volkes, und diese bestrebten sich, als wären sie verabredet, rund um sich herum jedermann für die Maulbeerbaum- und Seidenzucht zu interessieren." In diesen Provinzen arbeiteten alle Kreise der Bevölkerung an der Verbesserung der Landwirtschaft wie auch an der zielbewußten Einführung des Seidenbaues. In den nördlichen Provinzen aber krankte es an der Weiterführung und sinngemäßen Ausgestaltung der Anordnungen und Vorschläge durch untere Amtsstellen. Diese können wohl das erwähnte Urteil von Fraas verdienen. Wenige Jahre später spricht Claricini (1867) wenig freundliche Worte über die hemmende Einschaltung der Beamten bei der Entwicklung des Seidenbaues auch in den südlichen Ländern.

Dieses große Interesse der Regierung an der Seidenraupenzucht war wohl aus der immer mehr aufstrebenden Industrialisierung abzuleiten, aber es geschah wohl auch unter dem Eindruck des Verlustes der Lombardei im Jahre 1859. Nach den Angaben von Fraas (1852) wurden rund 13 880 000 kg Kokons in der Lombardei von den insgesamt in Österreich erzeugten 26,8 Mill. kg Kokons produziert. Auch die vielen Haspeleien befanden sich hier, so daß ein volkswirtschaftlicher Schaden durch die nunmehr aus dem Auslande zu beziehende Seide entstehen mußte.

Die aufstrebende Industrialisierung machte sich besonders in Schlesien bemerkbar, wodurch die in Heimarbeit geführte Weberei zu leiden hatte. So

---

hange weise ich auf den großen Wiederaufstieg des Seidenbaues in Ungarn nach 1880 hin, der nach Angabe von Bolle (1916, S. 245) nur dadurch möglich war, daß der bevollmächtigte Minister Kemény diese Aufgabe an besondere Organe übertrug, die frei von bürokratischen Fesseln und Sonderinteressen waren und nur das erstrebte Ziel zu erreichen suchten.

ist es nicht verwunderlich festzustellen, daß man hier Bestrebungen zur Brotbeschaffung für Erwerbslose auffand und eine Erwerbsquelle im Seidenbau suchte. Darum war man in diesem Lande um die Einführung und Verbreitung des Seidenbaues sehr bemüht. In Troppau wurde am 10. Juni 1859 der „Österreichisch-schlesische Seidenbauverein" gegründet. Es war der erste Verein Österreichs dieser Art in den nördlichen Provinzen; sein Vorstand war Al. Kürschner. Auf Grund einer Mitteilung des Stadtarchives in Troppau[1]) war dieser Seidenbauverein seiner Bestimmung nach eigentlich eine Art Unterstützungsverein, dazu berufen, hauptsächlich für die arbeitslosen bzw. ärmere Landesbevölkerung einen neuen, gewinnversprechenden Erwerbszweig zu schaffen. Ähnlich lesen wir auch im Rechenschaftsbericht des Vereines vom Jahre 1859. In den Statuten wird angeführt: „Der Zweck des Vereines ist der Versuch, die Seidenraupenzucht in Österreichisch-Schlesien einzuführen, um der Einwohnerschaft eine neue Erwerbsquelle zu verschaffen, wie solches von dem seit mehreren Jahren bestehenden Seidenbauverein in Breslau für Preußisch-Schlesien angestrebt wird."

In den Jahresberichten liest man immer wieder auch von den großen Schwierigkeiten des Seidenbaues. Aufschlußreich über die Hauptgründe dieser ist der Aufsatz von Czegley (1867), der folgendes forderte: Eigenes, von einem Fachmann geleitetes Referat für Seidenbau bei der Landesregierung, Beseitigung des passiven Widerstandes des Großgrundbesitzes bei der Kultivierung des Maulbeerbaumes, Unterricht über Seidenbau in Volksschulen, Errichtung von Haspelanstalten u. a. m. Eine der weiteren Ursachen des Eingehens des Seidenbaues dürfte in folgendem liegen: Durch die zollpolitischen Maßnahmen im Sinne des Freihandels wurden die bisherigen Seidenganz- und Halbfabrikate gegenüber der wohlfeileren Einfuhr immer weniger wettbewerbsfähig. Dadurch sank die Zahl der im Seidenbau beschäftigten Personen und damit schwand die Existenzgrundlage eines Seidenbauvereines.

Der österreichisch-schlesische Seidenbauverein gab Jahresberichte von 1859—1872 heraus, aus dessen Rechenschaftsberichten zu ersehen ist, daß er mit anderen landwirtschaftlichen Gesellschaften wie die in Böhm.-Leipa, Iglau, Lemberg usw. und auch dem preußisch-schlesischen Seidenbauverein zu Breslau in Verbindung getreten war. Damit hatte der Verein nach vielen Jahren sich eine Verbindung geschaffen, die zu einem Erfahrungsaustausch und gegenseitiger Unterstützung genutzt wurde.

Aus den Jahresberichten ist zu entnehmen, daß der österreichisch-schlesische Verein im Jahre 1863 die Höchstzahl von 1948 Mitgliedern besaß. Der Verein beschränkte sich nicht allein auf Österreichisch-

[1]) Herrn Büchereidirektor Dr. E. Schembera danke ich für die freundlichen Vermittlungen zum Stadtarchiv und zum Reichsgaumuseum, Herrn Direktor Dr. Braun, durch das mir entgegenkommenderweise älteres Schrifttum zum Studium zugesandt wurde.

Schlesien, sondern Menschen fanden auch aus den benachbarten Ländern als Mitglieder zu ihm, denn er hat sich sehr um seine Mitglieder bemüht. Im Jahre 1867 schätzte man durch dessen Initiative rund 2 Mill. ausgepflanzte Bäume. In den Jahresberichten gibt der Verein genaue Angaben über die Richtpreise von Maulbeersamen und Setzlingen, ferner über die Einlösung für die an ihn von seinen Mitgliedern eingeschickten Kokons zu aufmunternden Preisen sowie Frachtermäßigungen auf der Bahn.

Wie der schlesische Verein, so zeigte auch der benachbarte mährische Seidenbauverein, gegründet 1862 mit dem Sitz in Olmütz, in den gleichen Jahren eine recht rege Tätigkeit. Auch dieser Verein schien seine Haupttätigkeit auf die Auspflanzung von Maulbeerbäumen zu legen. Hiervon wie auch von Seidenraupenzuchten wurde öfters in Zeitungen berichtet. Aufgabe und Ziel dieses Vereines, daß der Seidenbau eine landwirtschaftliche Nebenbeschäftigung werde, kam wie beim schlesischen Verein auch hier in den Statuten zum Ausdruck. Manche Stelle, wie die Herrschaft Swietlau, erzielte 1862 eine Kokonernte von 700 Pfd. (Maschke 1864). Um aber der Einbürgerung des Seidenbaues dienlich zu sein, und da die Zucht gerade in einer für den Landmann wenig angestrengten Zeit vor sich geht, bringt Maschke besondere Vorschläge: Ankauf des Laubes, unentgeltliche Aufnahme der Lehrer in den Verein, Prämien u. dgl. Dieser Verein gab Jahresberichte heraus, woraus ich entnehmen konnte, daß dieser 1870 die Höchstzahl von 1429 wirklichen Mitgliedern[1]) besaß und namentlich anführte; von diesen dürfte wohl nicht ganz die Hälfte deutscher Abstammung gewesen sein. Man findet sehr viele Lehrer unter ihnen, deren Mitarbeit im Jahresbericht hervorgehoben wird. In diesem Jahre gliedert sich auch der kleine Thesthaler Seidenbau- und landw. Fortbildungsverein in den Olmützer Verein ein (Rechenschaftsbericht des mähr. Seidenbauvereines 1870). Bemerkenswert ist, daß der Verein sich bemühte, die Kokonernte selbst zu verkaufen, um für die Züchter bessere Preise als bei „Hausierern" zu erhalten und so zur weiteren Zucht zu ermutigen. In diesem Jahre zählte der Verein 638381 Stück junge und alte Maulbeerpflanzen, wovon sich $^1/_6$ auf bleibendem Standort befanden. Die Kokonernte betrug $54^1/_2$ Metzen, das sind 23,5 hl.

Auch Böhmen war eines der Länder, das dem neuen Bestreben der Förderung des Seidenbaues sich wiederum bereitwillig öffnete. Dies geschah wohl auch deshalb, weil die Arbeitslosigkeit gerade in den Randgebieten dieses Landes (besonders Erzgebirge) durch Belebung einer Heimindustrie gemildert werden sollte[2]).

---

[1]) Außerdem hatte der Verein überall verstreut im Lande Bevollmächtigte, die bei Behörden und Privaten die Belange der Seidenzüchter vertreten sollten.

[2]) Kürschner (1861) geht eingehend auf diese Frage ein und führt die bereits vorliegenden Bemühungen, sogar das Jahrbuch des Central-Comité zur Unterstützung der notleidenden Erz- und Riesengebirgsbewohner (Prag 1857) an.

Ich erwähne die erste Bestrebung des Böhmisch-Leipaer Landwirtschaftlichen Vereines, in dessen Geschäftsbericht vom 7. November 1859 gesagt wird, der Verein sei in seinem Streben um die „Wiederemporbringung der Seidenzucht" nicht müde geworden (Hlawa 1860). In Prag, wo bereits von früher her ein günstiger Boden für die Aufnahme des Seidenbaues bestand, wurde durch einige Männer am 19. Oktober 1861 der erste Entwurf eines Statuts für einen Verein eingereicht[1]). Die ersten Bemühungen galten der Gewinnung der Lehrerschaft. 89 Schulen[2]) wurden unentgeltlich mit Maulbeersetzlingen beliefert und eine populäre Anleitung zur Kultur des Maulbeerstrauches veröffentlicht. Am 18. Mai 1863 erfolgte die erste konstituierende Versammlung des „Böhmischen Vereins für Maulbeerbaum- und Seidenzucht in Prag". Zu gleicher Zeit wurden auch die Vereine in Brüx und Königgrätz bewilligt (genehmigt am 24. Januar 1863). Teilnahme an den Bestrebungen des Prager Vereines bekundeten hier 67 Bezirksleiter, viele Schulen und Gutsbesitzer. 1864 erschien nun in Prag die „Allgemeine Seidenbau-Zeitung" in deutscher und tschechischer (damals hieß es böhmischer) Ausgabe, in deren Programm die Produktion für das Flachland und Vorgebirge vorgesehen war, die Verarbeitung der Kokons dem Gebirge, um „dem permanenten Notstande ein Ende zu machen", zuzuweisen. Die Mitgliederzahl erreichte 1866 die Höchstzahl von 710. Der deutsche Anteil läßt sich schwer angeben, doch dürfte dieser weniger als 50 % betragen haben.

1864 zählte der Seidenbauverein in Brüx 466 Mitglieder und im folgenden Jahr überließ ihm die Stadt ein auf eigene Kosten urbar gemachtes Grundstück für 15 Jahre kostenlos für eine Maulbeerbaumpflanzschule. Auch dieser Verein war sehr rege, denn er beteiligte sich an den verschiedensten Ausstellungen, so z. B. in Klagenfurt 1865 und stiftete Vereinspreise, kaufte ferner in gleicher Weise wie andere Vereine die Kokons seiner Mitglieder und überließ Schulen, Gemeinden und Kleingrundbesitzern Maulbeerpflanzen kostenlos, wie aus den Jahresberichten des Vereines und anderen Mitteilungen[3]) hervorgeht. Trotz dieser Bemühungen

[1]) Vordem scheint in Pardubitz (Protektorat Böhmen) ein Verein zur Förderung der Seidenzucht bestanden zu haben, wie auch später in dessen Nähe 4 vorwiegend tschechische Vereine gegründet wurden (Leitomischl, Jičín, Königgrätz und Hohenmauth).

[2]) Bereits in einem Erlaß des Ministeriums vom 27. Januar 1860 wurden die Lehrer aufgefordert, sich der Anleitung zur Kultur des Maulbeerbaumes und der Seidenraupenzucht auch in der Schule selbst anzunehmen.

[3]) Diese Angaben verdanke ich den entgegenkommenden Bemühungen des Bürgermeisteramtes der Stadt Brüx, und zwar Herrn Dr. Johann Dittrich. Quellen: Brüxer Gedenkbuch 2. Band: Gründungsversammlung am 16. April 1863. Chronik des Anton Dittrich: Vereinsausstellungen am 3. September 1863, 15. September 1864, 14. September 1865 und 19. September 1867. Die Zeitung „Bote von der Eger und Biela" (jetzige „Brüxer Zeitung") berichtet: 5. August 1865 — kostenlose Überlassung eines Grundstückes beim Saraser Meierhof zur Pflanzschule. — 14. September 1865 — Seidenbau-Ausstellung in Brüx mit einer verbesserten, heizbaren Haspelmaschine von K. Hoffmann aus Tschöppern. — 20. März 1869 — Preisausschreiben für Lehrer und

scheint die 9. und letzte Generalversammlung des Vereines am 6. Januar 1871 stattgefunden zu haben, da seitdem kein Bericht mehr in der Zeitung vorgefunden wurde.

In den Jahresberichten des Vereines werden die Mitglieder namentlich angeführt und die Versammlungsberichte ausführlich wiedergegeben. Daraus ersehen wir, in welchem Maße sich der Verein um die Erweiterung bemühte und zu seinen Mitgliedern Fühlung hatte. Die größte Seidenraupenzucht befand sich in Neuschloß mit gelegentlich 200 000 Kokons, wie aus der beigegebenen Übersicht über die Erzeugung von Kokons, Maulbeerpflanzen und -samen ersichtlich ist.

Im Vereinsgebiet, das sich über die damaligen Kreise Leitmeritz, Saaz, Eger und eines Teiles von Bunzlau erstreckte, zählte man 1864 bereits 100 634 1- bis 6 jährige Maulbeerpflanzen und brachte 225 119 Stück Seidenraupen zum Einspinnen, welche ein Gewicht von 675 Pfd. abgaben. In den kommenden Jahren steigert sich zwar die Zahl der ausgesetzten Bäume bis 400 000 im Jahre 1867, aber die Kokonmenge war nahezu auf $^1/_3$ herabgesunken. Als Ursache wird die Seuche angegeben.

Der Aufbau der Vereine schien überall in den Kronländern recht gleichartig zu sein. Führend war der schlesische Verein, denn alle anderen Vereine wie in Brüx, Königgrätz, Leitomischl, Prag und Olmütz lehnten sich in ihren Statuten an diesen an, wenn auch in manchen Orten schon vordem eine Tätigkeit entfaltet worden war wie insbesondere in Prag. In einem Rechenschaftsbericht (1863) des schlesischen Vereines heißt es, daß die Auszeichnung schlesischer Seide bei der Londoner Weltausstellung 1862 das Aufblühen der anderen Vereine zur Folge hatte. Von allen Vereinen beschickt, fand im März 1865 zu Prag die erste Seidenausstellung statt (Liebich), wo vornehmlich Seidenerzeugnisse gezeigt wurden.

Diese Bemühungen unter der Regierung des Kaisers Franz Joseph I. wurden nach dem für Österreich unglücklichen Kriegsjahr 1866 noch verstärkt, denn in diesem Jahre verlor es seine venetianischen Provinzen, in denen nach Fraas 10,5 Mill. kg Kokons erzeugt wurden. So verlor Österreich in wenigen Jahren 90% seiner Erzeugung[1]). Zufolge eines lesenswerten Handschreibens des Kaisers vom 15. Oktober 1866 an den Minister für Handel und Volkswirtschaft wurde von diesem eine Enquête veranstaltet. Ausgelöst wurde dies durch eine Eingabe eines Mitgliedes vom Seidenbauverein in Böhmen, namens J. A. Hübner. Damals besaßen die 15 Seidenzuchtvereine Österreichs über 5000 Mitglieder und es befanden sich in Österreich (ausschließlich Ungarn mit Siebenbürgen) 800 Maulbeerbaumschulen mit einer jährlichen Produktion von 5 Mill. Pflanzen. Die Enquête brachte sehr eingehend die Erhebungen aus allen Kronländern über die Maulbeerzucht, die Seidenzucht, Rassen der gezogenen Seiden-

Kleingrundbesitzer, die die besten und meisten im Jahr gesetzten Maulbeerpflanzen aufweisen konnten.

[1]) Man vergleiche die Werte der Seidenerzeugung im Statistischen Jahrbuch für 1865 mit 21.6 Mill. und für 1867 mit 4,5 Mill. Gulden.

raupen, die Fleckenkrankheit der Raupe und ihre Bekämpfung, Einführung des Unterrichtes im Seidenbau in den Volksschulen[1]) und Anstellung von Wanderlehrern, Gründung einer Versuchsstation und manches andere. Eine während der Enquête veranstaltete Buchschau zeigte auch die geistige Verbindung mit Deutschland und Italien. Letzteres war durch den italienischen Bevölkerungsanteil im Süden der Monarchie bedingt.

Auf diese Enquête folgte 1867 bereits ein Seidenbaukongreß in Wien unter Beteiligung aller Vereine der Kronländer. Von den wichtigsten behandelten Fragen seien genannt: Errichtung einer Versuchs- und Forschungsstation für Seidenbau als Reichsanstalt[2]), die Raupenseuche und deren Bekämpfung, Propagierung von Schriften und Unterricht über Seidenbau in den Schulen, Organisation des Vereinswesens[3]), Anlage von Maulbeersträuchern besonders entlang der Bahnen, sowie durch die Staatsverwaltung an Ärarialstraßen und in Festungsrayons[4]) und andere mehr[5]).

Auf Grund der ausgedehnten Erhebungen zur Enquête (1867) hatte sich der Verein zu Brüx für die Zucht von *Bombyx mori* (Japaneser) entschieden. Andere Vereine hatten ebenfalls ihre Erfahrungen mitgeteilt und verschiedene Rassen des Seidenspinners ausprobiert[6]).

An Maulbeerpflanzen im Alter von 2—15 Jahren standen insgesamt im früheren Kronland Böhmen zum Verkauf 2 100 601 Stück zur Verfügung, davon 5666 über 15 Jahre alte Bäumchen. Im Sudetengau lag jedoch nur ein kleiner Teil, etwas mehr im jetzigen Protektorat Böhmen-Mähren. Für den Verkauf dieser war die Lage in damaliger Zeit bedeutungslos, da sich der Verkehr fast ausschließlich in deutscher Sprache abwickelte.

Im Sudetengau wirkte vor allem neben dem bereits erwähnten Seidenbauverein in Troppau (Schlesien) der Seidenbauverein in Brüx. Dazu kam noch, daß der „Böhmische Verein für Maulbeerbaum- und Seidenzucht in

---

[1]) Ministerium des Innern, Abtlg. für Kultus und Unterricht: In Böhmen waren 1016 Schulbaumschulen und 43 Seidenraupenschulen vorhanden.

[2]) In Görz wurde 1869 unter Leitung von Prof. Dr. Fr. Haberlandt die k. k. Seidenbauversuchsstation gegründet. Dieser gab wenige Jahre als Organ der Anstalt die „Österreichische Seidenbauzeitung“ heraus. Später wurden in der „Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich“ bis zum Weltkriegsende 1918 die Tätigkeitsberichte der Versuchsstation veröffentlicht.

[3]) Man trachtete wiederholt, den bestehenden Vereinen Befugnisse zu übertragen, um deren Einfluß zu heben: Aufsichtsrecht, Preiszuerkennung usw.

[4]) Hierüber wurde vom Kriegsministerium bereits in einem Reskript vom 31. Dezember 1862 eine Bewilligung erlassen.

[5]) Abschließend wird eine Zusammenstellung von 78 Fachschriften gebracht, die sich vor allem auf Neuerscheinungen des In- und Auslandes erstreckte.

[6]) In den Sudetenländern wurden folgende Rassen zu züchten versucht: Mailänder, Brianza, Armenier, Montenegriner, Macedonier; französische, spanische und portugiesische, weiße und grüne Japaner; *Bombyx cynthia*, *B. Arryndia*, *B. pernyi*, *B. Yama-maï*.

Prag", sowie die Seidenkultursektion[1]) der „Patriotisch-ökonomischen Gesellschaft in Prag" über ganz Böhmen sich auswirkte. Der Prager Verein veranstaltete in ganz Böhmen Wandervorträge und Inspektionsreisen, wie aus den Rechenschaftsberichten zu ersehen ist. Es waren viele Idealisten am Werk, deren Ziel vor allem die direkte Hebung des Volkswohlstandes war. Auch das Gespenst „Proletariat", entstanden durch die Industrialisierung, drohte und erfaßte den Bürgerstand. Diese soziale Entwicklung konnte keinen günstigen Boden für das Emporblühen eines solchen Erwerbszweiges sein, wie es der Seidenbau war. Durch eine solche Umstellung wurden viele opferwillige Mitarbeiter entzogen, auf die es beim Aufbau dieses kleinlandwirtschaftlichen Erwerbszweiges ankam.

Es wurde in den Rechenschaftsberichten und auch in verschiedenen Aufsätzen (Kürschner 1861, Schouppé 1864) darauf hingewiesen, daß der Seidenbau gerade der ärmeren Bevölkerung einen Zuschuß zum Lebensunterhalt bringen sollte. Darum gerade war es wohl möglich, daß der schlesische Seidenbauverein alle anderen Vereine an Mitgliederzahl und Regsamkeit überragte. Kürschner sprach in seinem 13. Jahresbericht (1871) offen aus, daß der Verein es auf die Besitzlosen, auf die herabgekommenen Spinner und Weber abgesehen habe, die durch die Großindustrie um den hergebrachten Erwerb gekommen waren. Uns selbst wurde ja das Elend dieser Menschen durch das Schauspiel G. Hauptmanns „De Waber" (geschrieben 1892) und durch den Film „Irisches Leinen" (1940) so recht bewußt.

1865 betrug die Gesamtzahl der in Böhmen (gemeint das frühere Kronland) gezüchteten Seidenraupen 1 235 275 Stück und die gewonnenen Kokons hatten ein Gewicht von 2289 Pfund und $10^1/_2$ Loth[2]). In Mähren betrug die Ernte 75 617 Stück und $34^3/_{32}$ Pfund. Schließlich besaß man in Schlesien insgesamt 1 163 154 Maulbeerpflanzen, wovon 11 058 auf bleibendem Standort versetzt waren und man erzielte eine Kokonernte von 24 Metzen und 4 Maßl[2]). Im nächstfolgenden Jahr stieg die Zahl der ausgepflanzten Maulbeersträucher über das Zehnfache, aber der Kokonertrag sank weit um die Hälfte.

Erwähnt sei, daß man vereinzelt auch alte Bäume traf, die aus der Zeit der Kaiserin Maria Theresia stammten. Gelegentlich werden solche Funde in Berichten hervorgehoben. So erwähnt Maschke (1864) nunmehr 100jährige, aber immer noch kräftig wachsende Maulbeerbäume. Von praktischer Auswirkung auf den Seidenbau scheinen jedoch diese Überreste früherer Anpflanzungen nicht gewesen zu sein[3]).

---

[1]) Diese Seiden-Kultursektion wurde 1868 aufgelöst und viele ihrer Mitglieder traten in den Prager Seidenbauverein über (Kneifel 1888).

[2]) Unter Zugrundelegung von Zoll-Pfund und Loth umgerechnet ergibt dies einen Betrag von 1144,6 kg. — 1 Wiener Metzen mißt 0,615 hl.

[3]) Eine Ausnahme bildet Ungarn. Dort waren die zur Zeit der Kaiserin Maria Theresia längs der Kommitatstraßen und Gemeindewege gepflanzten und üppig wachsenden

In dieser Zeit des größten Aufschwunges der Seidenraupenzucht im böhmisch-mährischen Raum war allein durch die vielen Seidenbauvereine ein Bekanntwerden wohl in alle größeren Orte verbürgt. Es würde zu weit führen, wollte ich alle die Orte nennen, wo Maulbeer- und Seidenraupenzucht betrieben wurde. Diese Namen finden sich in den Jahresberichten der Vereine sowie in der Seidenbauzeitung. Mit Ausnahme der höheren Randgebirge verteilen sich diese Orte über alle Teile des Raumes, naturgemäß bezüglich der Zahl der Züchter in der Nähe des Sitzes eines Seidenbauvereins besonders stark. Gar, wenn man noch die Orte mit nur zahlenden Mitgliedern dieser Vereine berücksichtigte, so erhält man den Eindruck, der Seidenbau müßte zur Einführung als Erwerbszweig genügend propagiert und gefördert worden sein.

Recht beachtlich ist, daß wohl im Anschluß an frühere Bemühungen im Jahre 1865 in der Festung Theresienstadt eine vom Militär unterhaltene Baumschule 70000 Setzlinge, mehrere Tausend 4—10jährige Stämmchen und rund 1000 Stück 20jährige Bäumchen von Maulbeerpflanzen aufzuweisen hatte. Das zeigt, daß auch in früheren Jahren doch an manchen Stellen die staatlichen Bemühungen nicht fruchtlos waren und zur Vertrautheit mit dieser Pflanze beitrugen.

An den Schulen wurde an den praktischen Betrieb der Seidenzucht gedacht, wie auch in den Regierungsverordnungen entsprechende Weisungen zu lesen sind. Man findet Berichte über erfolgten praktischen Unterricht im Seidenbau (vgl. die wiederholten Ausweise in den Jahresberichten des schlesischen, mährischen und Brüxer Vereins), sowie sehr viele Lehrer als Mitglieder der Seidenbauvereine. Auch in das Organisationsstatut der landwirtschaftlichen Lehranstalt[1]) in Tetschen-Liebwerd, desgleichen am Prager Polytechnikum wurde der theoretische Seidenbauunterricht eingeführt. Von Bedeutung aber schienen nur die Bemühungen, den Seidenbau im Volksschulunterricht einzuführen, denn dies allein verbürgte eine Verbreitung dieses Erwerbszweiges in den Kreisen, die mit Erfolg für sich und den Staat darin arbeiten konnten. Zur Festigung des Volksschulunterrichtes behandelte man den Seidenbau in nahezu allen 40 Lehrerbildungsanstalten Österreichs, wie aus dem Jahresbericht des Ackerbauministeriums (1869) hervorgeht.

In alten Schriften ist es oft recht lehrreich zu lesen, wie man sich bemühte, den Seidenbau in der Bevölkerung einzuführen. Auffallend schien mir, daß die Gemeinden Maulbeerbaumschulen errichten sollten (S m r c z e k

---

Maulbeerbäume die Grundlage bei der großartig gelungenen Wiedereinführung des Seidenbaues im Jahre 1880.

[1]) Im Jahre 1869 wird im Organischen Statut ein Lokale für Seidenraupenzucht genannt. Im Jahresbericht des österr.-schles. Vereines werden mehrere Male für Liebwerd 5000 Maulbeerbäume ausgewiesen. Derzeit aber war nichts mehr vorhanden, sondern wurde neu geschaffen (H ä r d t l 1940).

1868). Auch die Gewinnung einer Faser aus der Zweigrinde wurde durch Kudieka (1864) bekannt[1]).

Von besonderer Bedeutung erschien in diesen Jahren die Errichtung einer Seidenbauversuchsanstalt in Görz (Istrien), wo sich zuerst Haberlandt und später Bolle sehr intensiv mit den Krankheiten der Seidenraupe befaßten. Dies war um so notwendiger, als infolge der Seuchen die Rentabilität vollkommen in Frage gestellt war[2]). Auch in Böhmen trat die Seuche um das Jahr 1866 auf. So im Vereinsgebiet von Brüx, wo ein Verlust von 20—30% eintrat. Von vorherrschenderer Wirkung war die Seuche in den südlichen Ländern der Monarchie. Über die Ursache kann nichts Bestimmtes gesagt werden; in der Enquête (1867) wird nur vermerkt, daß in den nördlichen Gegenden des Reiches die Japaneser Rasse am wenigsten von der Seuche befallen wurde. Da die Krankheit nicht direkt bekämpft werden konnte, bezog man gesunde Eier aus anderen Ländern. Man suchte andere Raupensorten und -arten zu akklimatisieren. Auch in Böhmen (z. B. Brüx) beteiligten sich Züchter an solchen Versuchen, die teilweise auch in Gemeinschaft mit ehemals ausländischen Stellen (z. B. Berlin) unternommen wurden

Die Erfolge der Seidenraupenzucht im einzelnen waren gut, denn Züchter aus Brüx und Bodenbach erhielten im Jahre 1868 Preise. Auch an Ausstellungen nahmen die Züchter teil und heute besteht noch die Kokonsammlung des Brüxer Seidenbauvereines aus dessen eigenen Züchtungen verschiedenster Rassen, die in der Weltausstellung zu Wien 1873 ausgestellt war. Man erkennt, daß alle diese Kokons bei weitem nicht im Ertrag an unsere jetzigen Züchtungen heranreichten (vgl. Härdtl 1941). Um das Jahr 1877 fand auch eine Seidenbauausstellung in Leitmeritz statt, in dessen Umgebung mehrere Züchter wohnten. Es wurden Erzeugnisse des Seidenbaues sowie statistische Erhebungen gezeigt (Ressel).

Den Höhepunkt des allgemeinen Interesses am Seidenbau kann man wohl in die Jahre 1860—1870 legen und eine flüchtige Schätzung der Mitglieder im Sudetengau, bzw. der deutschen Mitglieder der Seidenbauvereine mit 3000 angeben. Natürlich waren viele, entsprechend dem Sinn und Zweck der meisten Vereine, nicht selbst Züchter. Der Höhepunkt in der Mitgliederzahl ergibt sich aus den Berichten der einzelnen Kronländer, allerdings nicht nach Nationen getrennt, so daß der deutsche Anteil daraus nur auf Grund der Mitgliederverzeichnisse annähernd ermittelt wurde.

Nicht nur für die tätigen Seidenbauer wurden Anweisungen veröffentlicht, sondern auch beachtliche Untersuchungen durchgeführt, wie die Schriften von Rangheri, Liebich und anderen dartun. Die Regierung

---

[1]) Auf Grund einer Notiz in der Allg. Seidenbau-Ztg. (Nr. 10, 1868) wurde dieser Spinnstoff in einer Ausstellung gezeigt.

[2]) Holdhaus und Panzer (1864) erwähnen, daß die Seuchenkrankheit in Frankreich schon von 1846—1851 größere Verbreitung erreicht hat; seit 1855 wütet sie in fast allen Ländern Europas.

förderte den praktischen Seidenbau durch die Errichtung der Seidenbauversuchsanstalt in Görz und andere wissenschaftliche Forschungen und Expeditionen nach Japan und China. An anderen Instituten, wie an der Universität in Wien und der landwirtschaftlichen Lehranstalt in Liebwerd bei Tetschen fand die Forschung auf diesem Gebiete jedoch keine bleibende Heimstätte, vielmehr waren die Seidenbauer mehr oder weniger auf sich selbst, bzw. auf die infolge der Lage im Süden des Reiches für sie wenig zugängliche Versuchsanstalt in Görz angewiesen. Die daselbst stattfindenden Lehrgänge wurden auch in hierortigen Tageszeitungen bekanntgegeben. Die Seidenbauer bemühten sich durch Ausstellungen und von der patriotisch-ökonomischen Gesellschaft in Prag geförderten Besichtigungsfahrten den Seidenbau zu verbessern.

Gegen Ende des vergangenen Jahrhunderts nahm in unserem Gebiet die Seidenraupenzucht immer stärker ab. Wir müssen feststellen, daß die in Prag herausgegebene „Allgemeine Seidenbau-Zeitung" bereits im Jahre 1869 ihr Erscheinen einstellte[1]) und dadurch der noch geringe Zusammenhalt unter den Seidenbauern wohl verloren ging. Der bekannte schlesische Verein hat für das Jahr 1872 den letzten, 14. Jahresbericht veröffentlicht in dem noch 146 Vereinsstationen und insgesamt rund 1250 Mitglieder namentlich ausgewiesen werden. Die Kokonernte betrug trotz Raupenkrankheit 43 Metzen 9 Maßl. Besonders wurde die Akklimatisierung der Maulbeere bis in 2000 Fuß[2]) Höhe durchgeführt. Letzteres wird stets als der wertvollste Erfolg neben der Einführung des Seidenbaues an den Schulen herausgestellt. Im Jahre 1874 veröffentlicht der Verein ein ausführliches Schreiben an alle Mitglieder, worin die von den Behörden entstandenen Verdächtigungen über die wirtschaftliche Zwecklosigkeit des Vereines und damit Einstellung jeglicher Förderung mitgeteilt werden. Im gleichen Jahre noch verabschiedet sich der Ausschuß des Vereines und es kommt zu seiner Auflösung. In eben dem gleichen Jahre wurden auch die Prager Festungswälle aufgelassen und damit ungefähr 3000 erwachsene Maulbeerbäume, deren Anlage in die Zeit der Kaiserin Maria Theresia fiel, beseitigt. Damit brachte man den Seidenbau in Prag zum Erliegen.

Vom Seidenbauverein in Brüx wissen wir aus dem „Brüxer Anzeiger" in Nr. 56 des 8. Jahrganges vom 21. Juli 1885, daß die übrig gebliebenen Mitglieder den Verein auflösten[3]). Um diese Zeit hörte auch der Seidenbauverein für das Königreich Böhmen (Prag) nach 25jähriger Wirkungs-

[1]) Mit dem Dezemberheft dieser Zeitung vom Jahre 1869 wird im Hinblick auf die Herausgabe der „Österreichischen Seidenbau-Zeitung" durch die k. k. Seidenbauversuchsstation in Görz das Erscheinen eingestellt. Der Verein beschränkte sich dann auf die Herausgabe der tschechischen Seidenbauzeitung „Hedbávnické Noviny".

[2]) Das sind rund 632 m. 1 Wiener Fuß = 0,316 m.

[3]) Schriftliche Mitteilung des Herrn Dr. Joh. Dittrich (Brüx): „Der Brüxer Anzeiger" war die spätere, jetzt aufgelassene „Brüxer Volkszeitung".

zeit auf zu bestehen. Vereinzelt betrieb man natürlich an verschiedenen Orten den Seidenbau weiterhin. So z. B. wurden im Kreise Tetschen vereinzelt noch bis in die Jahre 1900 Seidenraupen gezüchtet (z. B. Kleinwöhlen). Das allgemeine große Interesse früherer Jahre am Seidenbau war jedoch vollkommen verschwunden. Die Kokonernte in Böhmen wurde in dieser Zeit mit 3 Meterzentner bemessen.

In Görz wurde die bereits erwähnte Versuchsstation erweitert, daselbst bis zum Eintritt Italiens in den Weltkrieg im Jahre 1915 gearbeitet und sodann die Anstalt nach Linz verlegt. Die Arbeiten der Anstalt waren mannigfach. Hervorzuheben wären neben den zahlreichen Arbeiten über Krankheiten der Raupe usw., die Untersuchungen über die Bekämpfung der Schildlaus des Maulbeerbaumes (*Aulacaspis* oder *Diaspis pentagena*) mittels der Schlupfwespe (*Prospaltella Berlesei*), worüber bereits in den Tätigkeitsberichten (1906, 1911—13) Erwähnung getan wurde, ferner über das Auftreten von *Lecanium cornix* (Ripper 1916). Für uns wertvoll sind die wiederholten Gutachten[1]) der Anstalt über die Möglichkeit des Seidenbaues in den nördlichen Kronländern. Während des Weltkrieges wurden besonders in Deutschland die Versuche zur Einführung dieses Erwerbszweiges aufgenommen.

Aus all dieser Zeit finden sich da und dort noch alte Maulbeerhecken und -bäume und beweisen, daß diese Pflanze bei uns sehr gut gedeiht und die beiden kalten Winter (1928/29 und 1939/40) ohne Schaden überstanden hat. Der Behauptung einer unbedingten Kälteschädigung der Maulbeerpflanze wurde bereits früher wiederholt widersprochen und muß heute wohl als erledigt betrachtet werden, denn jetzt werden außerdem entsprechende Züchtungen vorgenommen, durch welche die Frostempfindlichkeit des Laubes und der ganzen Pflanze herabgesetzt werden (Rhein 1940).

Nach der Eingliederung unseres Gebietes ins Großdeutsche Reich erfuhr die Seidenraupenzucht wiederum einen starken Antrieb[2]). Vor allem sind diesmal wiederum die Schulen Förderer der Anlagen von Maulbeerhecken und vielfach, wo auf früher angelegte Bäume oder Hecken zurückgegriffen werden konnte, auch Züchter von Seidenraupen. Es sei darauf hingewiesen, daß trotz des ungewöhnlich kühlen Sommers 1940 allgemein bei der Kokonernte gute Ergebnisse erzielt wurden, worüber ich berichtete (Härdtl). Es ist zu erwarten, daß mit der Erstarkung der Anpflanzungen die Zahl der Züchter sich vermehrt und deren Leistung sich auch mengenmäßig steigert. Im Sudetengau waren jedenfalls alle bemüht,

[1]) Gutachten der Versuchsstation in Görz: a) Über die Aussichten einer versuchsweisen Einführung der Seidenzucht in Südmähren. 28. Januar 1914. b) Über die Aufzucht der Seidenraupen in nördlichen Klimaten. 21. März 1916.

[2]) Von der früheren tschechischen Regierung waren gleichfalls Bestrebungen zur Wiedereinführung des Seidenbaues unternommen worden, aber im sudetendeutschen Gebiet kam es nur ganz vereinzelt zur Anlage einer Maulbeerhecke, vielleicht auch vereinzelt zur Raupenzucht.

ihren Beitrag zur Erzeugung dieses kriegswichtigen Rohstoffes zu liefern, worüber man verschiedenerorts in den Tageszeitungen[1]) lesen konnte.

Warum also wurde bei uns der Seidenbau niemals heimisch, da doch mehrfach die größten Anstrengungen gemacht wurden? Das ist eine berechtigte Frage und darum möchte ich versuchen, die Nutzanwendung aus dieser kurzen geschichtlichen Darstellung in einigen Punkten zusammenzufassen[2]).

1. Das Versagen der Seidenraupenzucht als Erwerbszweig größerer Kreise der Bevölkerung muß auf mangelnde Organisation der unteren Stellen und damit ungenügende Propagierung zurückgeführt werden. Die vielen erwähnten Verordnungen insbesondere der Kaiserin Maria Theresia und späterer Regenten waren bestimmt gut; deren sinngemäße Ausführung scheiterte aber bei den mittleren Stellen. Vielleicht war im 18. Jahrhundert nur ein einfaches Anordnen möglich. Jedenfalls blieb der Erfolg gering und kurzfristig.

2. Bei den Mitte des vergangenen Jahrhunderts unternommenen Versuchen kam man bereits einen Schritt weiter. Mit der Gründung von Vereinen (um das Jahr 1850) wurden die vereinzelten Züchter und Freunde des Seidenbaues besser erfaßt und der Seidenbau nahm einen Aufstieg. Dieser war jedoch gleichfalls kurzlebig, weil verschiedene Fehler eingetreten waren, deren Behebung, soweit man sie erkannte, auch durch die Erfolge des Seidenbaukongresses nicht behoben wurden.

Es fehlte, bzw. war damals noch nicht möglich, die Seidenbauer mit seuchenfreien Eiern zu beliefern, denn die Erforschung der Krankheiten nahm erst ihren Anfang. Kaiserliche Spenden für erfolgreiche Bekämpfungsmittel wurden ausgesetzt. Dieser Mangel an Bekämpfungsmitteln war durch den Stand der Forschung bedingt, doch erkannt und durch Schaffung einer Versuchsanstalt zu beheben getrachtet. Bereits vor dem Weltkrieg kam es darin zu beachtlichen Ergebnissen (vgl. Bolle 1916).

Einen großen Fehler machte man damit, daß man sich nicht um die geregelte Abnahme der Kokons kümmerte. Die Vereine selbst suchten den Ankauf der Kokons durchzuführen, konnten ihn natürlich nur mit Verlust bewerkstelligen und mußten ihn darum bald einstellen. Die staatlichen geldlichen Unterstützungen und die aus den Mitgliedsbeiträgen sich ergebenden Gelder, die zumeist hierzu verwendet wurden, waren somit erfolglos geblieben. Der Züchter war meist gezwungen, das Abhaspeln der Kokons selbst zu besorgen. Der Gedanke, die Verarbeitung der Seide in die für den Seidenbau nicht in Frage kommenden rauhen Gebirgslagen

---

[1]) „Brüxer Zeitung“ Nr. 176, Juli 1940; „Die Zeit“ vom 28. Juli und August 1940; „Sudetendeutsche Tageszeitung“ vom 31. Juli und 4. August 1940 u. a. m.

[2]) Bolle (1916) geht in seiner Arbeit nicht auf die Verhältnisse in unserem Gebiet ein. Er erwähnt nur die sämtlich mißglückten Versuche, in kälteren Ländern statt der Maulbeere die Schwarzwurzel einzuführen (vgl. auch Frickhinger 1916).

zu verlegen, blieb eine leider vereinzelte, nicht genau formulierte Äußerung. Eine solche Durchführung des Seidenbaues hätte besonderer Maßnahmen bedurft und dazu waren nicht die nötigen durchgreifenden Kräfte vorhanden. Darin hat sich unsere Zeit glückhaft verändert, so daß wir heutigentags mit einem gesicherten Aufstieg dieses Erwerbszweiges rechnen können.

3. Öfters findet man die Bemerkung, daß Scheu vor dem Neuen die Verbreitung des Seidenbaues hemme; das bezog sich auf beide großzügig angelegten Bestrebungen in der 2. Hälfte des 18. und 19. Jahrhunderts. Diesem Grunde kann ich nicht recht zustimmen, denn der vielfach erwähnte Schulunterricht, viele Lehrschauen auch in Provinzstädten, Militärbaumschulen usw. hätten wohl zur Brechung eines Vorurteiles genügen müssen. Es war wohl Scheu vor einer unrentablen Sache, die durch gelegentlichen Ausbruch der Seuche noch verstärkt wurde.

4. Die Kultur des Maulbeerbaumes wurde in allen Teilen unseres Raumes gepflogen und auch über das glückliche Überstehen mancher harter Winter berichtet. Wir lesen bei Stieber (1868) von alten, noch bestehenden Pflanzungen aus früheren Jahrhunderten wie in Kremsier, Upsala, Helgoland, Pultawa, Kiew oder Moskau. Ein Versagen der Maulbeerzuchten aus Gründen der geographischen Lage kann darum niemals die Ursache für das wiederholte Abnehmen der Seidenraupenzucht angesehen werden. Noch heute findet man Maulbeerbäume, die schon mehrere Jahrzehnte alt sind, die bekannt kalten Winter der letzten Jahre ohne Schaden überstanden haben und einer für die Seidenraupenzucht sehr zuträglichen Maulbeersorte angehören. In den Ansprüchen an das Klima vergleicht Kalina v. Jäthenstein den Maulbeerbaum mit dem Walnußbaum und der Weinrebe[1]).

Ein Schaden durch Spätfröste, unter denen die Maulbeere zu leiden hatte und der Grund war, daß man früher in der Seidenraupenzucht Verluste erlitt, fällt heute weg, denn durch die Anlieferung der Eier zu jedem gewünschten Tage läßt sich die Unbill der Witterung oftmals gut ausgleichen. Darum sind für alle Gebiete der Seidenraupenzucht die witterungskundlichen Grundlagen unter Berücksichtigung der letzten Frosttage sowie der beginnende Laubaustrieb der Maulbeere erforderlich. Darüber fehlen bisher entsprechende Angaben.

5. Der Niedergang der Seidenraupenzucht bedingte es, daß auch von amtlicher Seite keine Evidenzhaltung der Maulbeerplantagen und Hecken durchgeführt wurde, die uns gerade gegenwärtig bestimmt in der Versorgung dieses kriegswichtigen Stoffes geholfen hätte. Bezüglich der vielen Orte früherer Maulbeer- und Seidenraupenzucht verweise ich auf die verschiedenen Jahresberichte der früheren Vereine.

---

[1]) Gemeint ist ihr gutes Wachstum, auch ohne zum Keltern ganz geeigneter Trauben.

6. Man fand nur vereinzelt eine Zusammenarbeit der öffentlichen Stellen oder der Vereine mit den Baumschulen, um diesen den Absatz einigermaßen zu sichern. Vielfach verschenkte der Verein die Maulbeerpflanzen, das natürlich auch wieder nicht auf die Dauer und in größerem Umfange möglich war. Staatliche Subventionen, die die Vereine erhielten, sollten nur den schwierigen Anfang überbrücken helfen. Da der Staat nicht die Absatzmöglichkeit für die heimische Rohseide durch zolltechnische Maßnahmen schaffen konnte, so blieb jene Hilfe eine Halbheit.

7. In all den Jahren hatte die Lehrerschaft einen wesentlichen Anteil an der Einführung der Maulbeeranlagen und der Seidenraupenzucht. All ihre Bemühungen konnten nicht von dauerndem Erfolg bleiben, weil der Absatz der Kokons und die Preisgestaltung nicht geregelt schien. Sichere Preise sind wohl immer der Ansporn für die Erzeugung. Man schützte das heimische Erzeugnis nicht vor dem billiger erzeugenden Ausland[1]). So erwiesen sich die vielen, jedem Verein vorstehenden Protektoren wie Fürsten, Äbte, Marschälle usw. nicht als das, was sie zu sein vorgaben, als Förderer, denn sie halfen weder dem Volke noch der Sache[2]). Trotz der unstreitig bestehenden Beziehungen der Protektoren zu höchsten Stellen verließen sie den „kleinen Mann". Dieses Eindrucks kann man sich besonders beim Lesen des Schlußberichtes des österreichisch-schlesischen Seidenbauvereines nicht erwehren, ja vielleicht hat sich der Großgrundbesitz, aus diesen Kreisen kamen ja fast alle Protektoren, mit wenigen Ausnahmen überhaupt eben nicht um die Fragen der Arbeitsbeschaffung bekümmert[3]).

Alle diese hemmenden Einflüsse sind in unserer Zeit wohl behoben. Wir besitzen eine Reichsforschungsanstalt für Seidenbau, die entsprechend unserem derzeitigen Stande der Forschung die Lieferung seuchenfreien Eimateriales von den Nachzuchtanstalten der Mitteldeutschen Spinnhütte überwacht und die Reichsfachgruppe Seidenbauer e. V., welche die Betreuung der Seidenbauer übernommen hat. Seit 1936 ist nun die Industriegruppe „Mitteldeutsche Spinnhütte" allein berechtigt aber auch verpflichtet, jede Menge und jede Qualität an Kokons aufzukaufen. Der Preis wird immer von einem Bevollmächtigten des Landwirtschaftsministeriums festgssetzt. Diese Maßnahmen beziehen sich auch auf Friedenszeit.

Der Pflanzenbezug kann nur durch die Reichsfachgruppe erfolgen und diese Pflanzen stehen unter dem Schutz des Markenetikettes. Diese Maßnahme wird sich natürlich erst in mehreren Jahren auswirken, da viele Baumschulen erst jetzt ihre Markenfähigkeit erwerben. Staatliche Bei-

[1]) Schiff (1901) sagt, daß dieser wichtige Zweig landwirtschaftlicher Produktion zuerst durch die Raupenkrankheit, dann durch die Handelskrise in Seide sehr gelitten habe.

[2]) Für die Beziehungen dieser Stände zueinander in den venetianisch-lombardischen Provinzen entwirft Steer (1857) ein weit günstigeres Bild und führt das wirtschaftliche Aufblühen darauf zurück.

[3]) Mich (1868) sagte bei der Wanderversammlung in Wien, daß der Großgrundbesitz „bisher noch eine auffallende Indolenz in unserer Angelegenheit bewiesen hatte".

hilfen werden sowohl öffentlichen Stellen wie auch Privaten zur Pflanzung auf eigenen Grund und Boden gewährt. Die Ablieferung der Kokons an die Spinnhütten und die gleichfalls hier erfolgende Abtötung der Kokons ist organisiert, so daß auch darin eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit eintritt. Wir müssen dies hervorheben, weil bereits ein Bandfabrikant im Jahre 1870 wünschte, man hätte eigene Abtötungsanstalten mit Sortierung, damit das Produkt einheitlicher und damit konkurrenzfähiger werde (Langer 1870).

Die Seidenraupenzucht ist gleich wie in früheren Zeiten nur als Nebenerwerb gedacht, wie auch in den Flugblättern der Reichsfachgruppe zum Ausdrucke kommt. Als solcher aber kann der Seidenbau, gerade im Volke verbreitet, dem Staat von größtem Nutzen sein. Es muß mit unser Ziel sein, daß die Bevölkerung mit dem Gedanken über die Wirtschaftlichkeit des Seidenbaues genau so vertraut wird wie etwa mit der Zweckdienlichkeit der Kleingärten oder einer anderen Kleintierhaltung. Dabei ist wohl kein Verdienst so ergiebig wie der Seidenbau, insbesondere wenn man die Kürze der Arbeitszeit berücksichtigt. Bei der Einführung des Seidenbaues und Verankerung im Volke muß man aber noch ein psychologisches Moment berücksichtigen, wie dies Bolle (1916, S. 221) bei Besprechung der im Betrieb erforderlichen Arbeiten erwähnt, daß sich nämlich Frauen und Mädchen im allgemeinen als Züchterinnen besser eignen als Männer. Die Frauen haben mehr Geduld und leisten leichter eine mehr häusliche Arbeit, während dem Mann die schwerere Arbeit des Laubholens obliegt.

Auch der frühere, an sich gute Gedanke der Einführung der Seidenraupenzucht als Lehrgegenstand im Schulunterricht, kann heute besser verwirklicht werden, weil der Lehrer mit Hilfe der praktischen Durchführung der Seidenraupenzucht seinen biologischen Unterricht damit ausgestalten kann und auf den engen Zusammenhang zwischen Unterricht und Praxis hinzuweisen vermag. Außerdem schafft man sich durch die Pflege der Seidenraupenzucht in den Schulen die Keimzelle für die Einführung dieses Erwerbszweiges in jedem Ort, aber man muß gerade auch hier die Sicherheit des wirtschaftlichen Erfolges dieser Arbeit einwurzeln.

Was uns fehlt, ist die Anlage neuer und Pflege alter Maulbeerpflanzen, sowie ihre Evidenzhaltung. In letzter Zeit aber sind auch hier entsprechende Bemühungen im Gange, die vom NS-Lehrerbund gemeinsam mit der Reichsfachgruppe für Seidenbau zur Erreichung eines großen Zieles eingesetzt werden.

Diese Evidenzhaltung erscheint darum angebracht, weil es sonst nach Jahren bei etwaig geringerem Bedürfnis an Seide wieder eintreten könnte wie derzeit, daß wir wohl von den vielen Mühen unserer Vorfahren in der Maulbeerkultur wissen, aber die Millionen von ihnen gepflanzten Maulbeersträucher vergeblich suchen[1]). Wir müssen uns mit

[1]) Maulbeerpflanzen erreichen oft ein Alter von 50—80 Jahren. Man vergleiche derartige Hinweise in früherer Zeit (l. c. S. 15 u. 19). Derzeit bestehen alte Bäume in Brüx, Tetschen (Kleinwöhlen), Zahorschan u. a. m. Nicht dieses Alter erreichen wohl

dem Gedanken vertraut machen, daß ein gewisser Bestand an Maulbeerhecken und -bäumen ähnlich gehegt und gepflegt werden müßte wie etwa unsere Wald- oder Obstbäume. Dieser Bestand an Maulbeerpflanzen müßte eben in Übereinkunft mit maßgebenden Stellen im Hinblick auf die etwaig notwendige Höhe der wirtschaftlich erforderlichen Kokonmenge festgelegt werden. Maulbeerbestände müßten ebenso wie Wälder gesichert sein, denn sonst könnten einmal auch unsere jetzigen Mühen verloren sein, ähnlich wie es die Geschichte des Seidenbaues in großem Stile aus den beiden vergangenen Jahrhunderten lehrte.

Im Zusammenhang mit der letztgenannten Forderung muß darauf verwiesen werden, daß der Maulbeerstrauch bei Nichtbenützung als Futter für Seidenraupen anderweitigen Nutzen bringen kann. Bekannt ist die vorteilhafte Verwendung des Laubes zur Ziegenfütterung (vgl. Reichsfachgruppe Seidenbauer) und die seit vielen Jahrzehnten bekannte Verwendung der in den Zweigen vorhandenen Bastfaser[1]) (Höfer). Kudieka (1864) hat auf Grund von Versuchen einen Spinnstoff mittels Verrottung erzielt und zur Schau gestellt. Schließlich verdient noch die Verwendung der Früchte genannt zu werden, wie all diese Verwendungsmöglichkeiten auch bereits 1864 von Klein hervorgehoben wurden. Maschke (1864) erwähnt den Maulbeersirup als Honigersatz für die Fütterung der Bienen.

Da der Maulbeerbaum als eine unserer gesündesten Kulturpflanzen[2]) erkannt wurde, worauf auch bei der Züchtung der Maulbeere Bedacht genommen wird (Rhein 1939, 1940), schiene eine Ablöse mancher nutzloser Sträucher und Hecken durch ihn wünschenswert. Ich denke hier an den als Nistplatz für allerlei Ungeziefer so weit verbreiteten Weißdorn (Lange). Auch im Hinblick auf die Vogelhege wäre sicher nichts gegen diesen Austausch einzuwenden, da viele Heckenpflanzen überdies durch Schnitt stets an der Blüten- oder Fruchtbildung verhindert werden. Solche Hecken, die ausgesprochene Schutzhecken sind, wären wohl gleichfalls unschwer durch Maulbeersträucher zu ersetzen, besonders wenn man endlich dazu überginge, eine naturgemäßere Schnittform (d. h. die Stutzpyramide) beim Heckenschnitt anzuwenden[3]).

Ein Versuch der mengenmäßigen Erfassung aller Hecken eines Gebietes zeigte mir, daß selbst eine starke Beteiligung bei der Anlage von

---

die Hecken, insbesondere bei stetiger Nutzung (vgl. Bolle 1916, S. 215). Darum muß mit gewissen Verlusten in kürzeren Zeitabständen gerechnet werden. Allerdings sind Hecken früher nutzbar als Hochstämme.

[1]) Nach Bolle (1916, S. 214) wird in China und Japan aus den Fasern der Rinde junger Zweige ein Faserpapier hergestellt.

[2]) Diese Eigenschaft erwähnt auch schon Klein (1864). Betreffs südlicher Kulturen vgl. Ripper (1915 und 1916).

[3]) Die Stutzpyramidenform bei Hecken sah ich bisher nur bei Zierbeeten in Parkanlagen zu Dresden, während ich entlang der Bahn solche in der Ostmark, Lausitz, bayrischen Ostmark usw. beobachtete (Fichtenhecke).

Maulbeerhecken dieser Anteil zum Ganzen verschwindend ist und niemals zu einer Gleichgewichtsstörung der Lebensgemeinschaft führte. Ja und selbst wenn sich eine Gegnerschaft zeigen sollte, die eine Erhaltung alter Hecken wünschte, so belehrt eine Fahrt durch verschiedenste Gebiete, daß überall sich soviel ungenützter Platz für die Maulbeerhecken bietet, durch dessen Bepflanzung wohl jeglicher Bedarf gedeckt schiene.

Die Schwierigkeiten für den Seidenbauer haben gegenüber früher wesentlich abgenommen. Heute braucht sich der Seidenbauer nur um die Maulbeerpflanzung und die Aufzucht der Raupen sorgen, während früher die mühevolle Beschaffung seuchenfreier Eier, der Verkauf der Kokons oder schließlich noch das Abhaspeln der Kokons ihn belastete.

Aber wohl auch hierin dürfte eine Teilung kommen, denn wenn jetzt jede Schule und jede Gemeinde tausend Maulbeerpflanzen setzt, so kann man an die Verpachtung dieser Hecken an Raupenzüchter denken. Ich erinnere, daß diese Teilung bereits in Frankreich und Italien seit langem geübt wird, wie Rangheri (1813) erzählt und auch in der „Anleitung" 1764 empfohlen wurde. Kalina von Jäthenstein (1836) geht gleichfalls auf diese Möglichkeit ein und empfiehlt sie wegen des Anstiegs ungenügender Beschäftigung insbesondere für die unbefelderte Landbevölkerung. Die gleiche Frage ist auch derzeit vom Reichsverband erörtert worden und in Italien ist die getrennte Zucht von Maulbeeren und Raupen heute noch üblich (Evenius 1940). Das ist sicher von guter Auswirkung, denn je mehr Menschen am Seidenbau interessiert sind, um so sicherer ist sein Bestehen[1]). Ferner hat der Grundbesitzer auch bei unvollständiger Ausnützung seiner Maulbeerpflanzen für die Raupenzucht meist für sein Laub noch Verwendung.

Was die Maulbeerpflanze betrifft, so müssen wir trachten, in unserem Raum Verlorenes noch zu suchen und unsere Mühen für die Zukunft besser sichern als es unsere Vorfahren taten. Wir müssen uns bewußt sein, daß wir im Seidenbau, ähnlich wie bei der Anlage von Obst- und Waldbäumen, auch für die Zukunft unserer Kinder sorgen. Das gilt besonders bei Baumpflanzungen, während eine Heckenanlage schon nach 3—4 Jahren nutzbar ist. Was die Raupenzucht und Seidengewinnung anlangt, so bestehen auch darin auf Grund jetziger Erfahrungen in der Seidenraupenzucht bei uns gute Voraussetzungen für die Teilnahme an der Erzeugung dieses wichtigen Rohstoffes. Auch in der Zukunft, nach Beendigung des Krieges, müssen wir weiter auf die Einsparung von Devisen bedacht sein, so daß dem Seidenbau eine Sicherung seiner Entwicklung gewährleistet sein wird. Der Verbrauch an Rohseide steigt trotz der vielen Kunststoffe ständig (vgl. Flügge), so daß in unserer Zeit aus einer gut geleiteten Seidenraupenzucht gewiß Gewinn zu erzielen ist.

[1]) Auf die Möglichkeit unreellen Laubverkaufes infolge unvorhergesehener Witterungsverhältnisse und Laubverknappung wies Bolle (1916, S. 216) hin.

Notwendig für die dauernde Einbürgerung des Seidenbaues ist die Sicherung der preiswerten Abnahme der Kokons und ein entsprechender Zollschutz. Ich verweise auf die derart entstandenen Schwierigkeiten Ende vergangenen Jahrhunderts in Italien und Frankreich (vgl. Ripper 1916, S. 234—237).

Man erkennt somit, daß sich in unserer Zeit allgemein die Arbeit für den Seidenbauer vereinfacht und seine Lage gebessert hat. Alle jetzigen Maßnahmen und die genannten Erweiterungen lassen unter der gegebenen straffen Planung der Wirtschaft eine Sicherheit des Erfolges erwarten. Bei dem allseits steigenden Bedarf an Arbeitskräften wird sich der Seidenbau jedoch nur in einem größeren Betrieb und bei leichter Futterbeschaffung den Verhältnissen anpassen können. Im Hinblick auf die Zukunft wird eine bestimmte Sicherung aller Maulbeeranpflanzungen insbesondere auf öffentlichem Grund zweckdienlich sein.

Schrifttum

Ackerbau-Ministerium, Die land- und forstwirthschaftlichen Lehranstalten Österreichs. Wien 1881.

Bock, Fr., u. Pigorini, L., Die Seidenspinner, ihre Zoologie, Biologie und Zucht. Berlin 1938.

Bolle, Joh., Jahrbuch der k. k. Seidenbau-Versuchsstation in Görz. Für das Jahr 1873. Görz 1874.

— — Kurze Anleitung zur rationellen Aufzucht der Seidenraupe. II. Aufl. Budapest 1882.

— — Die k. k. landwirtschaftlich-chemische Versuchsstation in Görz 1869—1905. Zeitschr. f. d. Landw. Versuchswesen in Österreich (Sonderheft). X. Jahrg. 179 bis 217. 1907.

— — Der volle Erfolg der biologischen Bekämpfung der Schildlaus des Maulbeerbaums (*Diaspis pentagona* T. T.). Zeitschr. f. angew. Entomol. 3. Bd. 1916. S. 124 bis 126.

— — Die Bedingungen für das Gedeihen der Seidenzucht und deren volkswirtschaftliche Bedeutung. Ebenda S. 210—256.

Claricini, Alex. v., Geschichte und gegenwärtiger Zustand im Kronlande Görz und Gradiska. 9. Jahresber. d. österr.-schles. Seidenbauvereines 46—54. 1867.

Czegley, J., Welche Maßregeln sind nunmehr zu ergreifen, um die heimische Seidenzucht weiter zu fördern und die bisherige Errungenschaft zu sichern? Ebenda 29 bis 36. 1867.

Ernstberger, Ant., Wallenstein als Volkswirt im Herzogtum Friedland. Prager Studien aus d. Geb. d. Geschichtswiss. 19. H., 148 Seiten. Reichenberg 1929.

Evenius, Bei den Seidenbauern in Italien. Der Seidenbauer 51—55. 1940.

Flügge, E., Rohseide. Wandlungen in der Erzeugung und Verwendung der Rohseide nach dem Weltkrieg. Leipzig 1936.

Fraas, Geschichte der Landwirthschaft. Geschichtliche Übersicht der Fortschritte landwirthschaftlicher Erkenntnisse in den letzten 100 Jahren. Prag 1852.

Frickhinger, H. W., Zum Kapitel Seidenbau in Deutschland. Organisation der Seidenbaubestrebungen. Zeitschr. f. angew. Entom. III, 300—302. 1916.

Förster, Friedr., Wallenstein, Herzog zu Mecklenburg, Friedland und Sagan, als Feldherr und Landesfürst in seinem öffentlichen und Privatleben. Eine Biographie. Potsdam 1834.

— — Wallenstein als regierender Herzog und Landesherr. Raumers histor. Taschenbuch V (vor 1833).

Gohren, Th. v., Chemische Untersuchung des Maulbeerlaubes. Allgemeine Seidenbau-Ztg. 3. Jahrg., 17—18, 26—27. 1866.

Haberlandt, Fr., u. Verson, E., Studien über die Körperchen des Cornalia an der k. k. Seidenbau-Versuchst. im Jahre 1869. Wien 1870.

Härdtl, H., Erfolgreiche Seidenraupenzucht. Gute Voraussetzungen für die Teilnahme an der Erzeugung des wichtigen Rohstoffes. Sudetendeutsche Tageszg. 11. Aug. 1940.

— — Die Ergebnisse unserer ersten Seidenraupenzucht. Der Seidenbauer. 1940.

— — Seidenspinnerkokons aus den Jahren 1870 und 1940. Anzeiger für Schädlingskunde XVII, 43—47, 1941.

Hallwich, Herm., Briefe und Akten zur Geschichte Wallensteins (1630—1634). I—IV. Wien 1912.

Hauptmann, G., De Waber. Schauspiel aus den vierziger Jahren. Berlin, Verlag Fischer.

Heintl, Fr. Ritter v., Unterricht im Seidenbaue. Wien 1829.

Hlawa, K., Über Maulbeer- und Seidenzucht, besonders über Abhärtung und Akklimatisation der Seidenraupe in unserem Klima Böhmens. Leipaer Wochenbl. Nr. 25, 16. Juni 1860.

Hofmann, F. W., Die Gesammtlandwirthschaft. Ein Lernbuch für angehende Landwirthe. Wien 1852.

Höfer, H., Anatomie und Entwicklung der Maulbeerfaser. Faserforschung 14, 155 bis 168. 1940.

— — Zur weiteren Kenntnis der Maulbeerfaser. Ebenda XV, 49—77, 1941.

Hohenbruck, Arth. Freih. v., Verhandlungen des Seidenbau-Congresses. Wien am 15., 16. und 17. Oktober 1867. Veröffentl. vom k. k. Ministerium f. Handel u. Volkswirthschaft. Wien 1867.

Holdhaus, C., u. Panzer, R., Denkschrift über die Entwicklung der Seidenzucht in den nördlichen Ländern. Wien 1864.

Jahresberichte des österreichisch-schlesischen Seidenbauvereines. Troppau 1859—1872.

Jahresbericht des mährischen Seidenbauvereines. Olmütz 1864—1870.

Jahresberichte des Seidenbauvereines zu Brüx in Böhmen I—V. Brüx 1862—1866.

Kalina von Jäthenstein, Math., Der weiße Maulbeerbaum und die auf ihn begründete Seidenzucht; für die meisten Gegenden Böhmens als eine reichliche Rente für die Grundbesitzer, als ein neuer ausgiebiger Erwerbszweig für den unbefelderten Landmann und Städter betrachtet. Prag 1836.

Klein, Jos., Die Verwendung der Floretseide und des Maulbeerbaumes in der Landwirthschaft. 6. Jahresber. d. österr.-schles. Seidenbauvereines Troppau. 37—41. 1864.

Kneifel, Ferd., Thätigkeitsbericht des Seidenbauvereines für das Königreich Böhmen 1863—1888. Anläßl. des 25jähr. Gründungsjubiläums. Prag 1888.

Königl. ökonomisch-patriotische Gesellschaft im Königreich Böhmen. Abhandlungen die Verbesserung der Landwirthschaft betreffend. Prag 1803.

Kronik und Geschichten von der Landwirthschaft, welche sich in Böhmen unter allen Kaisern, Königen, Fürsten und Herren seit den ältesten Zeiten bis auf gegenwärtige Zeiten zugetragen haben. Prag-Wien 1792.

Kudieka, Fr., Über einen aus den Fasern der Maulbeerbaumäste gewonnenen Spinnstoff. I. Jahresbericht d. mähr. Seidenbauvereins S. 36—37, 1864.

Kurze Anleitung zur Pflanzung der Maulbeer-Bäume und Erziehung der Seiden-Würme, welche nach vieljähriger Erfahrung den Liebhabern des Seidenbaues mitgetheilet wird. Wien, bei H. J. Krüchten, Univers.-Buchhändler 1764.

Kürschner, Al., Die Seidenzucht, ein Ersatzmittel für das eingegangene Handgespinst in Böhmen, Mähren und Schlesien. 3. Jahresber. d. österr.-schles. Seidenbauvereines 50—63. 1861.

Kürschner, Fr., Maria Theresia und der Seidenbau in Schlesien. 12. Jahresber. d. österr.-schles. Seidenbauvereines 107—114. 1870.

— — Der Seidenbau in Mähren unter Maria Theresia und Josef II. Ebenda. 14. Jahrg. 48—55. 1872.

Landwirtschaftl. Central-Comité der allgemeinen Landesausstellung in Prag 1891, Beiträge zur Geschichte der Landescultur des Königreiches Böhmen im Jahrhunderte 1791—1891. Prag 1891. — X. Die Seidenraupenzucht. Von Ferd. Hiller, S. 249—252.

Lange, H., Seidenbau auf Rügen. Der Seidenbauer S. 36/37. 1939.

Langer, Fr., Reiseskizzen und Beobachtungen. Jahresber. d. mähr. Seidenbau-Ver., 74—78 (1870).

Liebich, Chr., Der Seidenbau in Böhmen und seine großen Vortheile, aus wirklicher Erfahrung dargestellt. Prag 1837.

— — Reise-Relation von der Reise nach Theresienstadt, Trebautitz, Tschischkowitz, Lobositz und Neuschloß in Seidenbauangelegenheiten. Allgem. Seidenbau-Ztg. Nr. 8, 1864.

— — Generalbericht von der ersten Seidenausstellung in der Hauptstadt Prag. Ebenda Nr. 3. 1865.

Maschke, Fr., Über die Maulbeerbaum- und Seidenzucht. I. Jahresbericht d. mähr. Seidenbauvereines, 30—36. 1864.

Mehler, Joh., Die Landwirthschaft des Königreichs Böhmen. 3. Bd., 5. Abth., 15 S. Prag u. Dresden 1797.

Mich, Jos., Welches sind die Ursachen, daß die Resultate der Massenerzeugung von Seide in den nördlich von Italien und Südtirol gelegenen Ländern noch gering sind usw.? Vortrag während der 24. Wanderversammlung deutscher Land- und Forstwirthe in Wien. 1866. 10. Jahresbericht d. österr.-schles. Seidenbauvereines 47—51. 1868.

Ministerium für Handel und Volkswirthschaft, Enquête über den Seidenbau in Österreich. Wien 1867.

Oessenich, H., Der Aufbau des deutschen Seidenbaues unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung seit 1934. Dissertation Bonn 1938.

Organisches Statut der höheren landwirthschaftlichen und landwirthschaftlich-industriellen Landes-Lehranstalt in Tetschen-Liebwerd. Prag 1869.

Pietsch, F. J., Praktischer Katechismus über den Seidenbau für den Landmann und die Jugend. Prag 1797.

Ranert, Jos., Anleitung zur Seidenerzeugung. Prag 1854.

Rangheri, Jos., Unterricht vom Seidenbau in Böhmen. Prag 1813.

Reichsfachgruppe Seidenbauer e. V., Seidenbau in der Schule. Seine Eingliederung in den Unterricht. Berlin 1940.

— — Der Seidenbau in der Erzeugungsschlacht. Berlin 1937.

Ressel, G. A., Bericht über die Kunst-, Industrie- und Gewerbeausstellung in Leitmeritz 1877. Tetschen 1878.

Rhein, W. v., Droht der Maulbeere von Schädlingen Gefahr? Der Seidenbauer S. 5—6. 1939.

— — Auswahl und Leistungsprüfung von Maulbeertypen. Der Seidenbauer. Oktober 1940.

Ripper, M., Bericht über die Tätigkeit der k. k. landwirtschaftlich-chemischen Versuchsstation in Görz, derzeit in Linz, im Jahre 1915. Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich 19. Jahrg., 226—246. 1916.

Schiff, W., Geschichte der österreichischen Land- und Forstwirtschaft und ihrer Industrien 1848—1898. Jahrb. f. Nationalökon. u. Statistik 3. Folge, Bd. 21, 38 Seiten. 1901.

Schouppé, A. v., Der Kleinhäusler des mährisch-böhmischen Gebirges und die Seidenzucht. 6. Jahresbericht d. österr.-schles. Seidenbauvereines, 52—54. 1864.

Schreibers, Jos., Ritter v., Darstellung der Gründung und Entwicklung der k. k. Landwirthschafts-Gesellschaft in Wien. Fest-Album zur fünfzigjährigen Jubiläumsfeier. Wien 1857.

Schwippel, Adalb., Georg Frey oder Beispiel wie viel Gutes ein verständiger Mann in einer Gemeinde zu stiften vermag; dem Landwirthe überhaupt usw. Prag 1835.

Smrczek, Ph., Über die Errichtung von Gemeinde-Maulbeerbaumschulen. Allgem. Seidenbau-Ztg. 5. Jahrg., 23/24. 1868.

Stahlberg, G., Die Maulbeerfaser als Rohstoffquelle. Der Seidenbauer S. 34—35, 1939.

Stamm, F., Die Landwirthschafts-Kunst in allen Teilen des Feldbaues und der Viehzucht. Prag 1853.

Statistische Central-Commission, Statistisches Jahrbuch der österreichischen Monarchie für das Jahr 1865. Wien 1867.

— — 1867. Wien 1869.

Steer, M., Über den Einfluß der Seidenzucht auf das Volkswohl. Vortrag in Wien. 14. Mai 1857. In Fuchs, Ad.: Amtl. Bericht üb. d. im Mai 1857 abgehaltene Fünfzigjährige Jubelfeier d. k. k. Landwirthschafts-Ges. in Wien. Wien 1858.

Stieber, Ferd., Die Maulbeerbaumzucht in Mähren. Kremsierer Volkswirth Nr. 17 u. 18. 1868.

Vollständige Sammlung aller seit dem Regierungsantritt Maria Theresias für die k. k. Erbländer ergangenen höchsten Verordnungen und Gesetze.

— — aller seit dem Regierungsantritt Joseph des Zweyten für die k. k. Erbländer ergangenen höchsten Verordnungen und Gesetze.

(Aus dem Institut für Waldschutz der Preußischen Versuchsanstalt für Waldwirtschaft, Eberswalde)

Laboratoriums- und Freilandversuche mit Kiefernspannerraupen und zwei insektentötenden Pilzen

Von

E. Müller-Kögler

(Mit 14 Abbildungen und 3 Tabellen)

Einleitung

Die Massenvermehrungen schädlicher Forstinsekten sind gekennzeichnet durch verhältnismäßig große Ausdehnung über zusammenhängende oder doch benachbarte Waldgebiete und durch die große Zahl der Schädlinge je Flächen- oder Raumeinheit. Damit steht wohl in Verbindung, daß durch Mikroorganismen verursachte Insektenkrankheiten sich hier schnell ausbreiten und, wie die Erfahrung lehrt, den Verlauf einer Kalamität entscheidend beeinflussen können. Da über die meisten dieser Krankheiten bislang nur sehr unzureichende Kenntnisse vorliegen, war es notwendig, sie genauer zu untersuchen, um einerseits ihre umweltbedingte Abhängigkeit und andererseits ihre Auswirkungen auf die Bevölkerungsbewegungen der Schädlinge kennenzulernen. Darüber hinaus sollte aber auch geprüft werden, ob und in welcher Weise insekten-pathogene Krankheitserreger sich zur Niederhaltung der Schädlinge, zu ihrer biologischen Bekämpfung verwenden lassen[1]). Diese Arbeiten schienen um so berechtigter, als die forstlichen Insektenkalamitäten eine außerordentliche wirtschaftliche Bedeutung haben und daher zu ihrer Abwendung durchweg sehr erhebliche Geldmittel gerechtfertigt — und nötig sind. So verdient jede Möglichkeit, derartige Kalamitäten zu verhindern, zu beeinflussen oder zu beenden, ganz besondere Aufmerksamkeit.

Als Teil der im Institut für Waldschutz durchgeführten Arbeiten seien im folgenden die im Laboratorium und Freiland angestellten Infektionsversuche mit zwei insektentötenden Pilzen und Kiefernspannerraupen mitgeteilt. Sie sollten die ökologischen Bedingungen für Infektionen ermitteln und letzten Endes die Frage klären, ob Aussicht vorhanden ist, solche leicht kultivierbaren Krankheitserreger zur biologischen Bekämpfung heranzuziehen.

Als Krankheitserreger standen zur Verfügung: *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* Fron und *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Beide ließen sich leicht auf dreiprozentigem Biomalzagar züchten und bildeten hier reichlich

[1]) Herrn Prof. Dr. Schwerdtfeger schulde ich Dank für die Anregung zu diesen Untersuchungen, für sein Interesse an ihnen und für manchen wertvollen Hinweis. Dem Reichsforschungsrat danke ich auch an dieser Stelle für die Unterstützung meiner Arbeiten durch Gewähren eines Forschungsstipendiums.

Sporen. *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* — Herr Prof. Dr. Lakon, Hohenheim, bestätigte dankenswerterweise die Vermutung, daß es sich um diesen Pilz handelte — war 1937 von Forleulenpuppen aus der Letzlinger Heide isoliert worden. Der Pilz trat an ihnen als eine „*Isaria farinosa*"-Form mit etwa 2 cm hohen, orangefarbenen Coremien auf, deren Enden infolge der anhaftenden Sporen mehlig weiß aussahen. In verschiedenen Versuchen hatte sich dieser Pilz (Stamm 25) als pathogen erwiesen für Kiefernspannerraupen und -puppen, Forleulenraupen, -puppen und -eier, Nonnenraupen und *Lophyrus pini*-Larven. Er ist offensichtlich äußerst polyphag. *Beauveria bassiana* ist als Kosmopolit und Parasit überaus zahlreicher Insekten bekannt (vgl. Gösswald 1938). Der für meine Versuche benutzte Stamm (Nr. 27) wurde 1937 von Kiefernspannerraupen isoliert, die an ihm in Laboratoriumszuchten eingegangen waren.

Die Infektionsversuche wurden mit diesen Pilzen und Kieferspannerraupen (*Bupalus piniarius* L.) durchgeführt, die aus dem Mecklenburgischen Forstamt Marnitz stammten, in dem sich der Spanner in den letzten Jahren überaus stark vermehrt hatte. Herrn Forstmeister Seip, Marnitz, und dem Betriebsbeamten des Revieres Siggelkow, Herrn Sandow, möchte ich auch hier für ihr stetes Entgegenkommen und die Förderung meiner Arbeiten durch Beschaffen der Raupen danken.

Die bisherigen Ergebnisse biologischer Bekämpfungsversuche mit Hilfe von Mikroorganismen gegen Insekten sollen hier nicht erörtert werden (vgl. dazu Lakon 1914; Paillot 1933; Masera 1936; Sweetman 1936). Da sie sich jeweils nach dem zu bekämpfenden Schädling und dem gegen ihn verwandten Krankheitserreger richten, da sie zudem in den meisten Fällen entscheidend von Umwelteinflüssen abhängen, lassen sie sich nicht verallgemeinern. Versuche mit Kiefernspannerraupen und den oben angeführten Pilzen sind aber meines Wissens bisher nicht vorgenommen worden.

Infektionsversuche im Laboratorium

a) Einfluß der Luftfeuchtigkeit

Im Hinblick auf die mögliche Anwendung von Pilzsporen im Freiland zur biologischen Bekämpfung z. B. des Kiefernspanners war vor allem die Frage zu klären, welchen Einfluß die verschiedene Höhe der Luftfeuchtigkeit auf Infektion und Krankheitsverlauf hat. Es war festzustellen, ob bei den im Wald zu erwartenden Luftfeuchtigkeiten Infektionen überhaupt möglich sind und in welchem Maße gegebenenfalls ihr Erfolg von der Luftfeuchtigkeit bestimmt wird. Außerdem schien es auch deshalb von Interesse, das Verhalten infizierter Kiefernspannerraupen bei verschiedenen Luftfeuchtigkeiten zu untersuchen, weil erwartet wurde, daß sich hierbei Reaktionen der Raupen zeigten, die ganz allgemein ihr Verhalten gegenüber Umwelteinflüssen und Krankheiten (Beeinflussung von Anfälligkeit und Widerstandsfähigkeit) kennzeichneten. Vielleicht ließ sich von dieser Seite her ein Teilgebiet anschneiden aus dem Problemkreis der

seuchenhaften Erkrankungen, die auch beim Kiefernspanner vorkommen, und über die wir so gut wie gar nicht unterrichtet sind.

Die Schwierigkeit einer Übertragung der im Laboratorium gewonnenen Resultate auf Freilandverhältnisse wurde keineswegs übersehen. Sie besteht vor allem darin, daß die Luftfeuchtigkeiten im Laboratoriumsversuch konstant blieben, daß sie im Freiland aber ständig wechseln. Trotzdem schienen Laboratoriumsversuche mit konstanten Luftfeuchtigkeiten notwendig. Die hier erzielten, infolge einfacherer Fragestellung leichter deutbaren Ergebnisse sollten zur Erklärung der im Freiland gewonnenen dienen. Der umgekehrte Weg: aus den Versuchsergebnissen des Freilandes die Wirkung bestimmter Faktoren — hier der Luftfeuchtigkeiten — abzuleiten, ist erstens schwieriger und zweitens — wie die Erfahrung gezeigt hat — zeitraubender. Mancher Freilandversuch mißglückte infolge unvorhergesehener Umstände, denen er im stärkeren Maße ausgesetzt ist als der Laborversuch. Daß letzten Endes nur der Freilandversuch entscheidet, ob und unter welchen Bedingungen eine biologische Bekämpfung mittels insektenpathogener Pilze praktisch durchgeführt werden kann, braucht nicht eigens betont zu werden.

Die verschiedenen Luftfeuchtigkeiten wurden nach der von Zwölfer (1932, S. 506—511) angegebenen Methode mittels destillierten Wassers oder bestimmter Salze in Hygrostaten erzielt, die aus Petrischalen zusammengesetzt waren. 100 % Luftfeuchtigkeit wurde durch mit Wasser angefeuchtete Filtrierpapierscheiben, 94 % durch angefeuchtetes KNO_3, 78 % durch angefeuchtetes NaCl, 60 % durch $Ca(NO_3)_2$, 34 % durch $CaCl_2$ kristallisiert, 17 % durch $ZnCl_2$ und etwa 0 % durch $CaCl_2$ sicc. erzeugt. Die angegebenen Luftfeuchtigkeiten sind ungefähre Werte, die unter anderem auch von der jeweiligen Temperatur beeinflußt werden. Die hierdurch hervorgerufenen Änderungen betragen aber nur wenige Prozent (vgl. l. c. S. 508, Abb. 8), die den Krankheitsverlauf so unwesentlich beeinflussen dürften, daß sie bei der vergleichenden Betrachtung und auch bei der Zeichnung der Abbildungen außer acht gelassen wurden.

Um die Versuchsergebnisse leichter auf Freilandverhältnisse übertragen zu können, wurden die Versuche in einem ungeheizten Insektarium bei annähernd Freilandtemperaturen durchgeführt. Ihre Ergebnisse konnten so gleich die Frage beantworten, ob auch bei den zur Zeit des letzten Raupenstadiums ziemlich niedrigen Temperaturen Infektionen noch möglich sind. Die Temperaturen wurden von einem Thermographen aufgezeichnet. Sie lagen im Mittel für die Zeiten, während der die Mehrzahl der infizierten Raupen, nämlich 70 %, eingingen, beim 1. Versuch etwa zwischen 9—12, beim 2. Versuch zwischen 8—9 und beim 3. Versuch zwischen 5 – 5,5° C.

Die Kiefernspannerraupen, meist 5. Stadium, stammten aus dem Revier Siggelkow des mecklenburgischen Forstamtes Marnitz. Sie waren aus unbegifteten Jagen gesammelt und machten einen durchaus gesunden Eindruck. Vor allem fanden sich an ihnen keine Anzeichen für irgendwelche seuchenhaften Erkrankungen oder eine ins Gewicht fallende Parasitierung.

Insgesamt wurden 3 Versuche durchgeführt. Versuch Nr. 1 lief während 46 Tagen vom 8. Oktober bis 23. November 1938. Er umfaßte die oben angegebenen 7 Feuchtigkeitsstufen. Innerhalb jeder wurden 20 Raupen mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides*, 20 mit *Beauveria bassiana* infiziert und 20 blieben zur Kontrolle unbehandelt. Für die Infektionen wurden etwa 1 Monat alte Pilzkulturen in Erlenmeyerkolben auf 3prozent. Biomalzagar benutzt. Die zu infizierenden Raupen wurden in die Kolben gebracht, vorsichtig darin geschüttelt und so mit Sporen bestäubt. Frühere Versuche unter Verwendung von Talkum hatten gezeigt, daß die Raupen solche Behandlung ohne Schädigung überstehen.

Versuch Nr. 2 dauerte vom 28. Oktober bis 29. November 1938 = 44 Tage. Innerhalb jeder Feuchtigkeitsstufe wurden hier 30 Raupen mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides*, 30 mit *Beauveria bassiana* infiziert und 30 blieben unbehandelt. Bei Abbruch dieses wie des ersten Versuches waren sämtliche Raupen tot oder verpuppt. Beim 2. Versuch fehlten die beiden niedrigsten Feuchtigkeitsstufen von 17 und 0 %. Sie schienen für die Frage nach der praktischen Verwendung des Pilzes im Freiland nicht wesentlich, und der erste Versuch, der zeigte, daß der Krankheitsverlauf bei diesen niederen Feuchtigkeiten wegen ihres Einflusses auf die Widerstandsfähigkeit der Raupen doch Interesse verdient, war noch nicht beendet und ausgewertet.

Der 3. Versuch, der vom 20. Oktober bis 18. Dezember 1939 durchgeführt wurde, umfaßte wieder, wie Versuch Nr. 1, 7 Feuchtigkeitsstufen. Die Raupen wurden hier aber nur mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* infiziert, da dieser Pilz wegen seiner geringeren Temperaturansprüche für Freilandversuche geeigneter schien als *Beauveria bassiana*, andererseits der Krankheitsverlauf der in den ersten beiden Versuchen mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* oder *Beauveria bassiana* infizierten Raupen keine allzu großen Unterschiede aufwies. Auch beim 3. Versuch wurden innerhalb jeder Feuchtigkeitsstufe 30 Raupen infiziert und 30 blieben unbehandelt.

In allen drei Versuchen wurden innerhalb jeder Feuchtigkeitsstufe und Behandlungsart die Raupen auf 2 Hygrostaten verteilt, in denen sich also nur je 10 bzw. 15 Raupen befanden. Als Futter wurden vorjährige Kiefernnadeln gegeben.

Die während der Versuche eingegangenen Raupen kamen in Petrischalen auf feuchtes Filtrierpapier. An den infizierten Raupen entwickelte sich dann fast durchweg — ausgenommen die in den ersten Tagen aus irgendwelchen sonstigen Gründen eingegangenen — der zur Infektion benutzte Pilz. An den toten Raupen der Kontrolle fand sich eine Verpilzung derart selten, daß sie bei der Auswertung der Versuche unberücksichtigt bleiben konnte. Anscheinend waren von den Kontrollraupen, die mit den infizierten in einem Raume standen, einige wenige von umherfliegenden Sporen infiziert worden.

Die im 3. Versuch nach Infektion mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* verendeten Raupen waren bei graugrüner bis ausgeblaßt grüner

Abb. 1. Infektionsmerkmale an Kiefernspannerraupen, die mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* infiziert wurden. Etwas vergrößert

Grundfärbung meistens mit winzigen, mehr oder weniger zahlreichen, braun schwärzlichen bis schwärzlichen oder dunkelrotbraunen Pünktchen bedeckt. Manchmal fanden sich solche auch auf den Stigmenöffnungen. Sehr häufig wurde eine schwärzliche Verfärbung der Füße, des Abdominalendes und der Brustunterseite beobachtet. Diese Verfärbung der Brust griff auch oft auf ihre Seiten über und auf dorsale, hinter dem Kopf liegende Hautfalten. Die toten Raupen waren gerade ausgestreckt, oder Kopf und Brust waren etwas emporgehoben (s. Abb. 1). Zur Zeit des Eingehens waren die Raupen etwas weicher als normal. Sie wurden aber sehr bald, längstens nach 1 Tag, wieder fester, wohl der Ausbildung des Mycels in ihrem Innern entsprechend. Mycel fand sich zur Zeit des Todes und auch kurz vor diesem nur bei den in 100 % Luftfeuchtigkeit eingegangenen Raupen an der Unterseite des Kopfes und 1. Brustsegmentes, wie Abb. 2 zeigt. Bei den übrigen Luftfeuchtigkeiten war solche Mycelbildung nicht zu beobachten. Die Infektionsmerkmale waren an den toten, infizierten, aber erst als Vorpuppen eingegangenen Individuen allgemein nicht so deut-

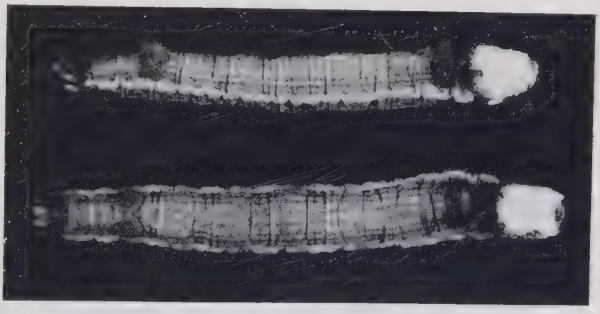


Abb. 2. Nach Infektion mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* bei 100% rel. Luftfeuchtigkeit eingegangene Kiefernspannerraupen. Photogr. am Tage des Eingehens. Etwas vergrößert

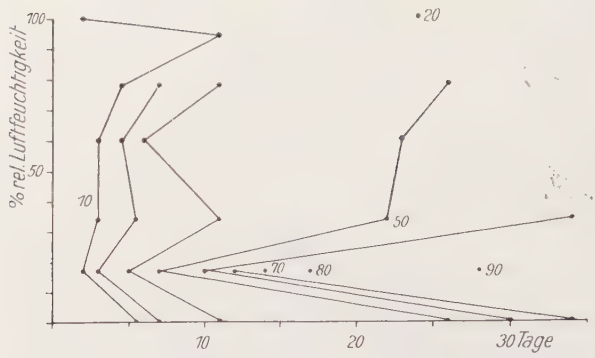


Abb. 3. 1. Versuch. Sterblichkeitsverlauf der Kiefernspannerraupen der Kontrolle. Zahlen — % tote Raupen

lich. Öfters fanden sich an ihnen aber unscharf begrenzte schwärzliche Verfärbungen mancher Segmente, die vielleicht mit der erfolgten Infektion in Verbindung zu setzen sind.

An den im 1. und 2. Versuch infolge Infektion verendeten Raupen und Vorpuppen fehlten die geschilderten Verfärbungen, was wohl auf die während dieser Versuche höheren Temperaturen zurückzuführen ist (s. S. 615). Nur die durch *Beauveria bassiana* getöteten Raupen waren gelblich grün gefärbt. Bei den in 100 % Luftfeuchtigkeit eingegangenen infizierten Raupen fand sich Mycel an der Unterseite des Kopfes.

Zum leichteren Vergleich des Sterblichkeitsverlaufes bei den verschiedenen Luftfeuchtigkeiten sind die Zeiten, nach denen jeweils 10, 20 usw. % der Raupen im 1. Versuch eingegangen sind, in graphischen Darstellungen [1]) eingetragen und durch Linien verbunden worden (Abb. 3—5). Diese Zeiten wurden an Hand von Mortalitätskurven ermittelt, die das Eingehen der Raupen bei jeder Luftfeuchtigkeit und Behandlung wiedergaben, aus Raumersparnis hier aber nicht wiedergegeben sind.

Weitere, den Erfolg der Infektion und den Krankheitsverlauf charakterisierende Daten, nämlich die mittlere Absterbezeit und die Zeit, nach der 70 % der Tiere eingegangen sind, sowie die Zahl der überlebenden Tiere, sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Die Raupen der Kontrolle sterben bei 100 % Luftfeuchtigkeit zunächst schneller als bei 94 %. Erst nachdem bei 100 % ein gewisser Prozentsatz der Raupen eingegangen ist (beim 1. und 3. Versuch 20, beim 2. Versuch 30 %), läßt sich

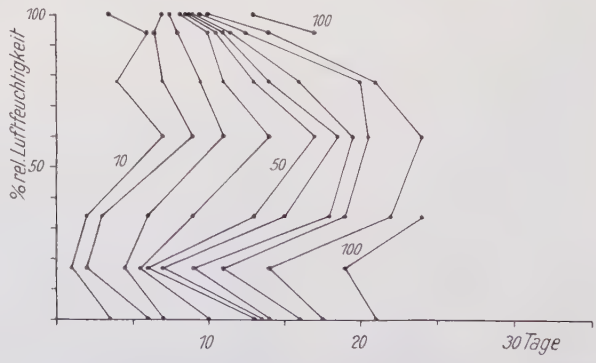


Abb. 4. 1. Versuch. Sterblichkeitsverlauf der mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* infizierten Kiefernspannerraupen

[1]) Um Platz zu sparen, können hier nur einige typische graphische Darstellungen veröffentlicht werden. Die übrigen stehen im Institut für Waldschutz in Eberswalde zur Einsichtnahme zur Verfügung.

dieser Unterschied nicht mehr feststellen, oder (3. Versuch) das Eingehen der Raupen erfolgt jetzt bei 100 % langsamer als bei 94 %. Es hat den Anschein, als ob ein geringer, am wenigsten widerstandsfähiger Teil der im Freien durchschnittlich bei geringerer Luftfeuchtigkeit lebenden Raupen der Umstellung auf dauern-

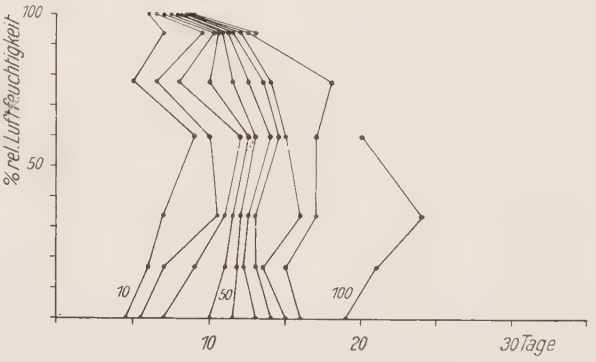


Abb. 5. 1. Versuch. Sterblichkeitsverlauf der mit *Beauveria bassiana* infizierten Kiefernspannerraupen

Tabelle 1

Ergebnisse der Infektionsversuche bei verschiedenen Luftfeuchtigkeiten

Rel. Luftfeuchtigkeit in %	Infektion	Mittl. Absterbezeit in Tagen			Tage, nach den. 70 % d. Tiere tot			Überlebend P = Puppe, Vp = Vorpuppe		
		1. Versuch	2. Versuch	3. Versuch	1. Versuch	2. Versuch	3. Versuch	1. Versuch	2. Versuch	3. Versuch
100	*Sp. far.* var. *verticilloides*	9	10,6	18,2	9	11	19	—	—	—
	B. bassiana	8	10,3		8	10,5		—	—	
	Kontrolle	—	—	—	—	—	—	15 P	20 P	13 P, 2 Vp.
94	*Sp. far.* var. *verticilloides*	10,7	12,8	22,2	11,5	13	26,5	—	—	—
	B. bassiana	10,8	11,5		12	12		—	—	
	Kontrolle	—	—	—	—	—	—	18 P	22 P	6 P, 7 Vp.
78	*Sp. far.* var. *verticilloides*	—	—	23,6	16	21	27	1 P	8 P	—
	B. bassiana	—	—		13	22		2 P	7 P	
	Kontrolle	—	—	—	—	—	55	12 P	24 P	9 P
60	*Sp. far.* var. *verticilloides*	—	—	23,1	19,5	21	26	1 P	5 P	—
	B. bassiana	13,5	—		14	22		—	5 P	
	Kontrolle	—	—	—	—	25	46	11 P	9 P	2 P, 1 Vp.
34	*Sp. far.* var. *verticilloides*	12,9	—	18,3	18	19,5	23,5	—	4 P	—
	B. bassiana	13,3	—		13	20		—	2 P	
	Kontrolle	—	—	—	—	—	41	10 P	18 P	2 Vp.
17	*Sp. far.* var. *verticilloides*	7,7		20,7	9		24	—		—
	B. bassiana	11,7			13			—		
	Kontrolle	—		22,9	14		26	1 P		—
0	*Sp. far.* var. *verticilloides*	11,8		16,9	14		22	—		—
	B. bassiana	11,5			14			—		
	Kontrolle	—		25,9	—		33	8 P		—

den Aufenthalt in wassergesättigter Luft nicht gewachsen ist und deshalb eingeht. Den übrigen, widerstandsfähigeren Raupen gelingt dagegen die Anpassung an 100 % Luftfeuchtigkeit, die sie dann ohne erkennbare Schädigung ertragen und bei der sie sich etwa eben so gut wie bei 94 % zu normalen Puppen entwickeln. So machen die hier gewonnenen Sterblichkeitskurven wahrscheinlich, daß das Feuchtigkeitsoptimum der Kiefernspannerraupen ziemlich hoch, etwa zwischen 100 und der Nähe von 94 % Luftfeuchtigkeit liegt. Bei 78 % Luftfeuchtigkeit gehen die Raupen deutlich schneller ein als bei höherer. Noch ungünstiger erweist sich eine solche von 60 %. Bei 34 % sterben die Raupen beim 1. und 3. Versuch im wesentlichen schneller als bei den höheren Luftfeuchtigkeiten, langsamer allerdings beim 2. Versuch. Eindeutig ungünstiger als die höheren Luftfeuchtigkeiten zeigt sich eine solche von 17 %. Im großen und ganzen scheinen die Lebensbedingungen für die Raupen auffallenderweise sogar hier am ungünstigsten zu sein; denn sowohl beim 1. als auch beim 3. Versuch ist die Mehrzahl der Raupen bei etwa 0 % Luftfeuchtigkeit zu einem späteren Zeitpunkt eingegangen als bei 17 %. Weitere Versuche müßten zeigen, ob diese unerwartete und einer befriedigenden Erklärung vorläufig mangelnde Tatsache zu Recht besteht oder auf Zufälligkeiten oder Versuchsfehler zurückzuführen ist. Zu prüfen wäre vielleicht auch, ob bei den niederen Luftfeuchtigkeiten eine Benachteiligung der Raupen durch schnelleres Austrocknen der Futternadeln ins Gewicht fallen könnte. In den vorliegenden Experimenten wurde versucht, diese Möglichkeit dadurch auszuschalten, daß das Futter gerade bei den niederen Luftfeuchtigkeiten häufig erneuert wurde. — Leider fehlen bisher besondere Untersuchungen über den Einfluß von Luftfeuchtigkeit und Temperatur auf die Mortalität des Kiefernspanners, wie sie z. B. für die Forleule und Nonne von Zwölfer (1931, 1934) durchgeführt worden sind.

Die mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* infizierten Raupen gehen bei 100 % Luftfeuchtigkeit am schnellsten ein. Die heftige Wirkung der Infektion bei dieser Feuchtigkeit ist auf den graphischen Darstellungen gekennzeichnet durch die kurze Zeit, innerhalb derer alle infizierten Raupen verendet sind, und durch das enge Nebeneinanderliegen der Punkte, die das Absterben der Raupen in Prozent kennzeichnen. Die Sterblichkeitskurve für eine bestimmte Luftfeuchtigkeit kann man sich ja vorstellen, wenn man bedenkt, daß bei der hier gewählten graphischen Darstellung diese Sterblichkeitskurve lediglich senkrecht nach unten projiziert worden ist. Projiziert man rückwärts die einzelnen Punkte, die das Absterben gewisser Prozentsätze der Raupen kennzeichnen, nach oben und bis zu einer durch den Prozentsatz bestimmten Höhe, erhält man die Sterblichkeitskurve für eine bestimmte Luftfeuchtigkeit. Diese Kurve steigt also um so steiler an, je dichter auf den hier wiedergegebenen Abbildungen die einzelnen Punkte nebeneinander liegen.

Bei 94 und mehr noch bei 78 % Luftfeuchtigkeit sterben die infizierten Raupen langsamer als bei 100 %. Bei 60 % Luftfeuchtigkeit geht die Mehrzahl der Raupen ungefähr so schnell ein, wie bei 78 % (Versuch 2 und 3), oder aber noch etwas langsamer (Versuch 1). In allen drei Versuchen erfolgt das Sterben der Raupen bei 34 % Luftfeuchtigkeit wieder schneller als bei 60 %. Bei 17 % geht beim 1. Versuch das Eingehen der Raupen schneller vor sich als bei 34 %, beim 3. Versuch aber zunächst weniger und dann etwa gleich schnell. Entsprechend dem Verhalten der Kontrollraupen gehen die infizierten Raupen des 1. Versuches bei 0 % Luftfeuchtigkeit langsamer ein als bei 17 %. Beim 3. Versuch ist diese Eigentümlichkeit nicht zu beobachten: die infizierten Raupen sterben hier bei 0 % Luftfeuchtigkeit anfangs sogar schneller als bei 17 %, später etwa nach gleicher Zeit.

Die mit *Beauveria bassiana* infizierten Raupen verhalten sich entsprechend. Von 100 über 94 und 78—60 % Luftfeuchtigkeit nimmt ihre Absterbezeit zu, nimmt bei 34 % und mehr noch bei 17 % wieder ab. Bei 0 % Luftfeuchtigkeit erfolgt gegenüber der von 17 % das Eingehen der Raupen zunächst schneller, dann aber auch hier etwas langsamer.

Vergleicht man die Sterblichkeit der infizierten Raupen mit der der Kontrollraupen, so zeigt sich fast bei jeder Feuchtigkeitsstufe eindeutig die Wirkung der Infektion durch schnelleres Eingehen der infizierten Raupen. Lediglich bei 17 und 0 % Luftfeuchtigkeit sind die Unterschiede zwischen der Sterblichkeit der Kontrollraupen und der infizierten Raupen gering, da diese Feuchtigkeiten auch für die Raupen der Kontrolle zu ungünstig sind.

Der bei den verschiedenen Luftfeuchtigkeiten unterschiedliche Krankheitsverlauf wird offensichtlich einmal bestimmt von den mehr oder weniger günstigen Bedingungen für die Keimung der Pilzsporen. Dementsprechend führt die Infektion oberhalb einer Luftfeuchtigkeit von 34 oder 60 % um so schneller zum Eingehen der Raupen, je höher die Luftfeuchtigkeit ist. Denn je mehr Sporen keimen, um so heftiger sind Angriff des Pilzes, Durchsetzung der Raupen mit Mycel und damit der Krankheitsverlauf. Zum andern wird die Zeit zwischen Infektion und Eingehen der Raupen aber auch von deren Widerstandsfähigkeit bestimmt, wie ihr Verhalten in den Infektionsreihen unterhalb 60 oder 34 % Luftfeuchtigkeit zeigt. Die Infektion wirkt sich hier um so schneller aus, je weiter sich die Luftfeuchtigkeit vom Feuchtigkeitsoptimum der Raupen entfernt. So kommt es, daß trotz der für die Keimung der Pilzsporen ungünstigeren niederen Luftfeuchtigkeiten hier die Spannerraupen in der Mehrzahl doch so schnell oder gar schneller eingehen als bei 78 % (oder auch höherer) Luftfeuchtigkeit. Ähnliche Beobachtungen machte Janisch (1938) bei Infektionsversuchen mit *Aspergillus versicolor* (Vuill.) Tirab. und Nonnenraupen, und Gösswald (1938, S. 406/407) bei Versuchen mit *Beauveria bassiana* und Ameisen (*Lasius niger* L.).

Eine offene Frage ist es allerdings noch, bis zu welchem Grad die Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche der Raupen, wo die Sporen keimen müssen, von der Feuchtigkeit des weiteren Raumes abhängt. Sicherlich bestehen hier Beziehungen. Es hat aber fast den Anschein, als ob in dem windstillen Raum des Hygrostaten an der Oberfläche der Raupen sich eine Zone so hoher Luftfeuchtigkeit bildet, daß auch in den Schalen mit ziemlich niederer Luftfeuchtigkeit einem erheblichen Prozentsatz der Pilzsporen die Keimung möglich ist. So lange keine eingehenden Untersuchungen über die Abhängigkeit der Luftfeuchtigkeit an der Raupenhaut von der des weiteren Raumes bestehen und so lange die Reaktion gesunder Kiefernspannerraupen — und ebenso die der Pilzsporen — auf verschiedene Luftfeuchtigkeiten nicht in größeren Versuchen nachgewiesen sind, wird sich nur schwer mit Sicherheit entscheiden lassen, bis zu welchem Grad der Krankheitsverlauf bei den niederen Luftfeuchtigkeiten durch Behinderung der Sporenkeimung oder zunehmende Anfälligkeit der Raupen bestimmt wird. Vielleicht wirkt sich auch eine Luftfeuchtigkeit von 100 %, die höchstwahrscheinlich auch jenseits des optimalen Feuchtigkeitsbereiches der Spannerraupen liegt, ungünstig auf diese aus, so daß das hier besonders schnelle Eingehen der infizierten Raupen nicht nur durch die Begünstigung des Parasiten, sondern auch durch eine Beeinträchtigung des Wirtes verursacht wird.

Um die Ergebnisse von Infektionsversuchen schnell miteinander vergleichen zu können, kann man die mittlere Absterbezeit der Raupen berechnen und verwerten. Diese Methode ist jedoch ungünstig, wenn — wie hier innerhalb mancher Feuchtigkeitsstufen — nicht sämtliche Raupen eingegangen sind. Zum Vergleich der Ergebnisse der drei durchgeführten Versuche soll deshalb hier die Zeit herangezogen werden, nach der jeweils 70% der Tiere eingegangen sind (Abb. 6). Dieser Prozentsatz wurde von den infizierten Raupen in allen Fällen erreicht. Außerdem scheinen mir die Zeiten, zu denen 70% der Raupen tot sind, in besonderem Maße zu Vergleichen geeignet. Sie liegen auf den für die einzelnen Feuchtigkeiten geltenden Sterblichkeitskurven in einem gewöhnlich gleichmäßig verlaufenden, mehr oder weniger steil ansteigenden Abschnitt, der nicht mehr von den zu Beginn des Versuches besonders leicht eingehenden, weil am wenigsten widerstandsfähigen Raupen beeinflußt wird;

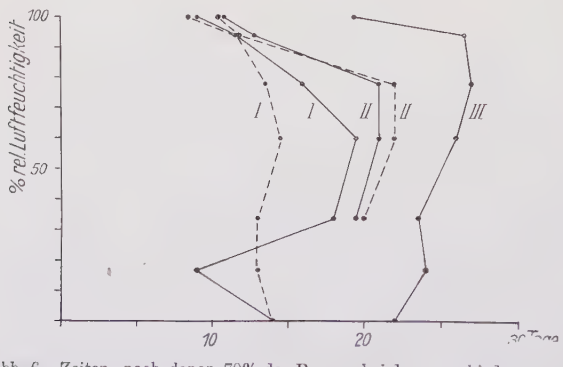


Abb. 6. Zeiten, nach denen 70% der Raupen bei den verschiedenen Versuchen und Luftfeuchtigkeiten eingegangen sind. •—• Infektion mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides*; •- - - - • Infektion mit *Beauveria bassiana*. I, II, III = Nr. des Versuches

andererseits spielt bei ihm auch die für die letzten Raupenprozente charakteristische Verzögerung der Sterblichkeit durch besonders widerstandsfähige Tiere noch keine Rolle. Der hier gewählte Vergleichswert stellt somit einen Zeitpunkt dar, zu dem die den Durchschnitt bildenden Raupen zum größten Teil eingegangen sind.

Erschwert wird ein Vergleich der Versuche, weil sie zu verschiedenen Zeiten, bei verschiedenen Temperaturen und mit verschiedenem Raupenmaterial durchgeführt wurden. Die Raupen für alle 3 Versuche hatten zwar die gleiche Herkunft, sie stammten aber bei Versuch 1 und 2 aus der Population 1938/39, bei Versuch 3 aus der Population 1939/40. Da die Disposition der Populationen für Krankheiten sich vielleicht im Laufe einer Gradation ändert und die Krankheitsbereitschaft höchstwahrscheinlich innerhalb einer jeden Population durch den Einfluß der Umwelt (Witterung, Ernährung) bestimmt wird, könnte sie in den 3 Versuchen unterschiedlich gewesen sein. Auch das Alter der benutzten Raupen war nicht völlig gleich, wenn auch für alle Versuche vorwiegend Raupen im 5. Stadium verwendet wurden. Bei einem Vergleich der Versuchsergebnisse darf man diese Umstände nicht übersehen. Da ihr Einfluß nicht im einzelnen bekannt ist, sind Schlüsse aus dem bei den 3 Versuchen unterschiedlichen Krankheitsverlauf nur unter Vorbehalt zu ziehen.

Die während der Versuche unterschiedlichen Temperaturen wirken sich auf die Absterbezeiten aus: das Eingehen der infizierten Raupen erfolgt um so langsamer, je niedriger die Temperaturen sind. Die Lage der 70%-Mortalitätskurven nebeneinander dürfte in erster Linie auf die unterschiedlichen Temperaturen zurückzuführen sein. Dafür sprechen auch die Absterbezeiten bei 100% Luftfeuchtigkeit, die sich zwischen die in den Temperaturversuchen (siehe unten) ermittelten Werte einfügen lassen.

Beim 3. Versuch wurde eine besonders hohe Sterblichkeit in allen Feuchtigkeitsstufen festgestellt, denn in keiner erreichten die infizierten Raupen das Puppenstadium, wie es vereinzelt beim 1. und 2. Versuch der Fall war (siehe Tabelle 1). Auch diese Tatsache mag auf einen Einfluß der Temperatur zurückzuführen sein, die während des 3. Versuches besonders niedrig war. Sie verlängerte zwar die Absterbezeit der Raupen, setzte ihre Gesamtmortalität aber herauf. Entsprechend den Ergebnissen bei den verschiedenen Feuchtigkeitsstufen scheint auch die Temperatur sich um so ungünstiger auf die Widerstandsfähigkeit der Raupen auszuwirken, je weiter sie sich von deren Optimum entfernt. Gösswald (1934, S. 505) stellte bei der Begiftung von Kiefernspannerraupen des 5. Stadiums mit Pyrethrum tatsächlich fest, daß die Mortalität der Raupen um so mehr steigt, je mehr die Temperatur von deren Optimum (16 bis 17° C) abweicht.

Auffallend ist, daß bei den verschiedenen Versuchen das Feuchtigkeitsoptimum der Raupen gegenüber dem Angriff des Pilzes sich zu verlagern scheint. Es liegt im 1. Versuch bei 60, im 2. bei 60—78 und im

3. Versuch bei 78% Luftfeuchtigkeit. Besondere Versuche mit durchaus gleichartigem Raupenmaterial müßten zeigen, ob die hier anscheinend vorhandene Verschiebung des Feuchtigkeitsoptimums gegenüber der Infektion eine Folge der abnehmenden Temperaturen ist. Denkbar wäre dies. Mit sinkender Temperatur könnte die Widerstandsfähigkeit der Spannerraupen so abnehmen, daß ihr Feuchtigkeitsoptimum gegenüber dem Pilzangriff immer mehr mit ihrem vitalen Optimum zusammenfällt. Bei den unterhalb dieses Optimums liegenden Luftfeuchtigkeiten wäre bei niederen Temperaturen die Widerstandsfähigkeit der Raupen so gering, daß hier die durch die Luftfeuchtigkeit bedingten Unterschiede in den Absterbezeiten mehr und mehr verschwinden.

Für die Frage nach der möglichen praktischen Anwendung der Pilzsporen im Freiland zur biologischen Bekämpfung des Kiefernspanners sind die Ergebnisse bei den niederen Luftfeuchtigkeiten von untergeordneter Bedeutung. Die durchschnittliche Luftfeuchtigkeit im Biotop des Kiefernspanners liegt wohl meist bei oder über 60%. Engel (im Druck) stellte fest, daß in den Kiefernkronen eines ungleichaltrigen Kiefernbestandes die Luftfeuchtigkeit im Juli, August und September im Monatsmittel 67, 70 und 57% betrug. Für den Mischwald gibt er entsprechende Zahlen mit 66, 59 und 58% an. Die Luftfeuchtigkeiten in den Kronen reiner, gleichaltriger Kiefernbestände werden von diesen Werten wohl nicht erheblich abweichen.

Wie die Versuchsergebnisse zeigen, sind Infektionen bei diesen meist zu erwartenden Luftfeuchtigkeiten möglich. Es kann allerdings nicht übersehen werden, daß gerade bei ihnen der Krankheitsverlauf besonders langsam ist und eine 100prozent. Sterblichkeit von den mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* infizierten Raupen nur im 3. Versuch erreicht wird. Im 1. Versuch gehen nur 90% der Raupen bei allen Feuchtigkeitsstufen, 100% nur bei 94 und 100, 34, 17 und 0% Luftfeuchtigkeit ein. Am ungünstigsten sind die Ergebnisse des 2. Versuches, bei dem die Sterblichkeit nur bei 100 und 94% Luftfeuchtigkeit bis auf 100% steigt, bei 60 und 34% Feuchtigkeit aber nur 80 und bei 78% Feuchtigkeit gar nur 70% erreicht. Wenn so schon im Versuch ungünstige Luftfeuchtigkeiten und andere Umstände den Prozentsatz der infolge Infektion eingegangenen Raupen unter 100, sogar bis 70 herabdrücken können, dann muß damit gerechnet werden, daß erst recht bei einer biologischen Bekämpfung im Freiland jeder der Infektion und dem Krankheitsverlauf abträglicher Faktor sich besonders ungünstig auswirken kann. Witterung, Sporenmenge, Konstitution der Population können eine Rolle spielen. Jede Begünstigung des Wirtes und jede Behinderung des Pilzes, jeder für die Ausbringung der Pilzsporen ungünstige Faktor kann entscheidenden Einfluß auf den Erfolg einer solchen Bekämpfung haben. Man wird deshalb auch bei ihr wohl ebenso wie bei chemischen Bekämpfungen danach trachten müssen, die Maßnahmen in besonders geeigneter Weise und im

besonders geeigneten Moment durchzuführen. Vor allem wird die Sporenmenge so reichlich zu bemessen sein, daß auch bei weniger günstigen Bedingungen eine hinreichende Zahl von Sporen an den Raupen zur Keimung gelangt. Eine durch die angeführten Versuche noch nicht beantwortete Frage ist auch, wie die im Freiland oft wechselnden Luftfeuchtigkeiten sich auf Infektion und Krankheitsverlauf auswirken. Es wäre festzustellen, wie lange eine bestimmte Luftfeuchtigkeit andauern muß, damit eine Infektion auch unter folgenden ungünstigen Feuchtigkeiten gewährleistet wird. So wird es nach den einleitenden Laborversuchen noch mancher, unter verschiedensten Bedingungen angestellter Versuche im Freiland bedürfen, ehe sich sagen läßt, ob, wo und bis zu welchem Grad eine Anwendung der Pilzsporen zur biologischen Bekämpfung der Raupen aussichtsreich erscheint.

Im Hinblick auf die Beeinflussung der Widerstandsfähigkeit der Spannerraupen und damit auch des Krankheitsablaufes durch Umweltfaktoren verdient die anfälligkeitssteigernde Wirkung der niederen Luftfeuchtigkeiten unsere Beachtung. Nur zu oft sucht man beim Ausbruch von Epidemien unter Forstinsekten nach Zeiten besonders hoher Luftfeuchtigkeit. Der Gedanke an das besonders gute Wachstum der parasitischen Krankheitserreger im Laboratorium unter feuchten Bedingungen mag hier ausschlaggebend sein. Wie die oben erwähnten Versuchsergebnisse zeigen, werden aber vielleicht auch Zeiten mit besonders trockener Witterung den Anstoß zum Ausbruch einer Epidemie geben können, indem sie die Widerstandsfähigkeit der Raupen herabsetzen. Es wäre daher äußerst wünschenswert, daß bei allen Massenvermehrungen schädlicher Forstinsekten einfache Wetterstationen, möglichst im Lebensraum des Schädlings aufgestellt, die nötigen Werte lieferten, die bei auftretenden Epidemien die Grundlagen für Erklärungen liefern könnten.

b) Einfluß der Temperatur

Von den Umweltbedingungen ist neben der Luftfeuchtigkeit für den Erfolg von Pilzinfektionen vor allem die Temperatur maßgebend. Ihr Einfluß wurde in 2 Versuchen geprüft. Der 1. Versuch lief vom 29. Oktober bis 11. Dezember 1938, während 43 Tagen. Der 2. Versuch dauerte 60 Tage, vom 21. Oktober bis 20. Dezember 1939. Jeder Versuch umfaßte 4 Temperaturstufen. Innerhalb jeder wurden beim 1. Versuch 30 Raupen mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* bzw. *Beauveria bassiana* infiziert und 30 blieben zur Kontrolle unbehandelt. Die Infektion der Raupen erfolgte wie üblich durch Bepudern mit Sporen. Beim 2. Versuch wurden nur die bei 0,5° C zu haltenden Raupen mit beiden Pilzen infiziert, die übrigen nur mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides*. Die Raupen — meist 5. Stadium — wurden in kleinen Petrischalenhygrostaten bei 100% Luftfeuchtigkeit gehalten. In einem Münchener Brückenthermostaten standen für den 1. Versuch Temperaturstufen von durchschnittlich 0,5, 8,

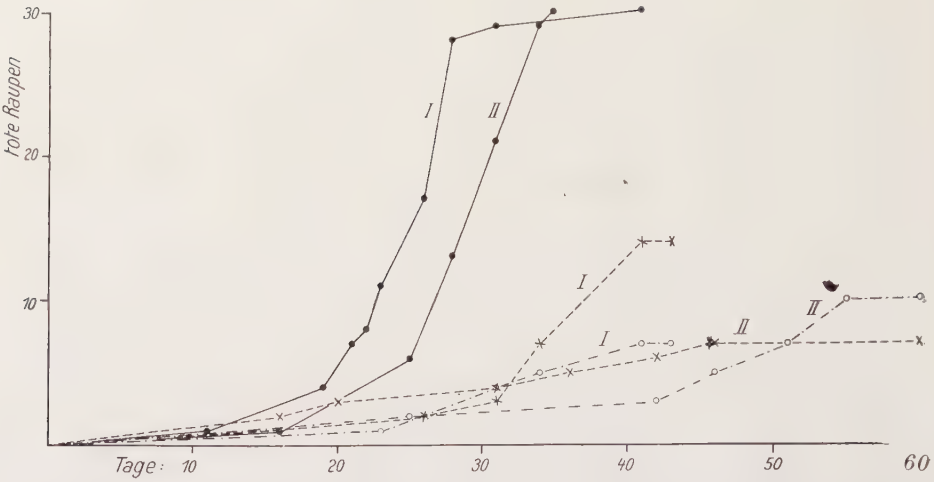


Abb. 7. Sterblichkeit der Kiefernspannerraupen bei 0,5° C. o- · -o Kontrolle; •—• Infektion mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides*; ×- - -× Infektion mit *Beauveria bassiana*. I = 1. Versuch, II = 2. Versuch

18,5 und 25° C zur Verfügung, für den 2. Versuch solche von 0,5, 8, 16,5 und 24°. Etwa 0,5° C wurde im Eiskasten des Thermostaten erreicht, in dem ein Zylinderglas die Zuchtschalen aufnahm.

Als Beispiel für den Einfluß der Temperaturen auf die Sterblichkeit der Raupen seien die bei 0,5 und 8° C gewonnenen Mortalitätskurven gezeigt (siehe Abb. 7 und 8). Die Sterblichkeitskurven der infizierten und bei 18 (bzw. 16,5) und 25 (bzw. 24°) gehaltenen Raupen können wegen Raumersparnis nicht wiedergegeben werden. Sie verlaufen ähnlich wie die Sterblichkeitskurven der infizierten Raupen auf Abb. 8, nur entsprechend steiler, und die Kurven für die mit *Beauveria bassiana* infizierten Raupen liegen bei den höheren Temperaturen vor denen, die das Absterben der mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* infizierten Raupen kennzeichnen.

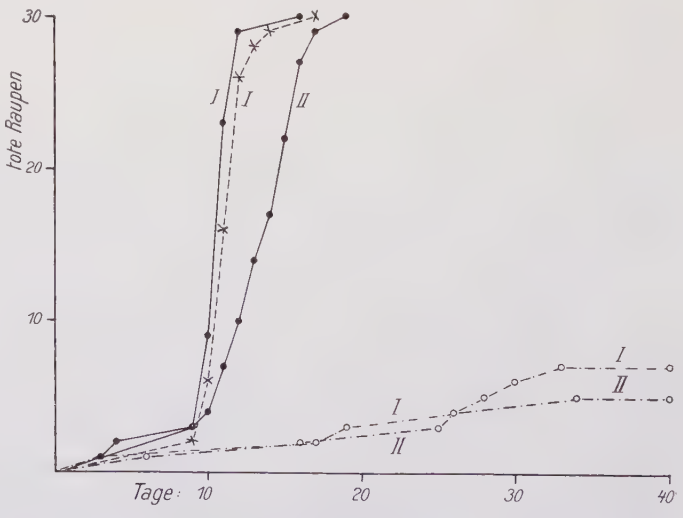


Abb. 8. Sterblichkeit der Kiefernspannerraupen bei 8° C. Zeichenerklärung siehe Abb. 7

Wenn zunächst auch hier das Verhalten der Kontrollraupen betrachtet werden soll, so zeigt sich,

daß ihre Sterblichkeit bei 0,5 und 8° C verhältnismäßig gering ist. Anders bei den höheren Temperaturen von 18,5 (16,5) und 25 (24)° C. Beim 1. Versuch sind hier 22 (18°) bzw. 25 (25)° und beim 2. Versuch 19 (16,5°), bzw. 17 (24°) von jeweils 30 Raupen eingegangen. Diese hohe Mortalität wird aber verstandlich, wenn man weiß, daß bei diesen Temperaturstufen die Kontrollraupen zum größten Teil infolge zufälliger Infektionen eingingen. In feuchten Kammern, in die auch hier alle eingangenen Raupen gebracht wurden, verpilzten nämlich von den bei 18,5° verendeten Kontrollraupen des 1. Versuches 68%, von den bei 25° eingegangenen sogar 76%. Die toten Kontrollraupen des 2. Versuches aus 16,5° erwiesen sich zu 53%, die aus 24° zu 35° verpilzt. Dabei überzogen sich die Raupen des 1. Versuches mit Mycel von *Beauveria bassiana*, die des 2. Versuches mit dem von *Spicaria farinosa* var. *verticilloides*. Es scheint danach so, als ob beim 1. Versuch, wo für die absichtlichen Infektionen ja beide Pilze benutzt wurden, *Beauveria bassiana* eine etwas größere Pathogenität gehabt hätte als *Spicaria farinosa* var. *verticilloides*. Denn es ist unwahrscheinlich, daß hier nicht auch ebenso einige Sporen dieses Pilzes an die Kontrollraupen gelangt sind. Beim 2. Versuch, bei dem bei den höheren Temperaturen nur Infektionen mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* durchgeführt wurden, konnte natürlich nur dieser Pilz zu den unbeabsichtigten Infektionen der Kontrollraupen führen. Wenn bei den niedrigen Temperaturen von 0,5 und 8° C im allgemeinen die Kontrollraupen nicht verpilzten (lediglich im 1. Versuch waren von den bei 8° eingegangenen Kontrollraupen 2 von 7 = 29% verpilzt), so muß man annehmen, daß hier die Bedingungen für die Keimung der Pilzsporen weniger günstig waren oder aber die Widerstandsfähigkeit der Raupen größer war. So mag schon das Verhalten der Kontrollraupen, die infolge der notwendigen Aufstellung zusammen mit den infizierten Raupen in den gleichen Thermostatenzellen unbeabsichtigten Infektionen ausgesetzt waren, dazu dienen, den Einfluß der Temperatur, ebenso aber auch den der Sporenmenge aufzuzeigen. Bei sehr geringer Infektionsmenge, denn nur um solche kann es sich bei den verpilzten Kontrollraupen nach Lage der Dinge gehandelt haben, scheinen Infektionen zwar bei den höheren, nicht aber den niederen Temperaturen zustande zu kommen. Es würde danach im Hinblick auf eine eventuelle Verwendung der Pilzsporen zur biologischen Bekämpfung im Freiland wichtig sein, den Beziehungen zwischen Infektionsmenge und Temperatur nachzugehen. Dies würde um so notwendiger sein, als die Beschaffung größerer Sporenmengen wahrscheinlich nicht einfach sein wird, die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens hier also wohl noch mehr als sonst von der richtigen Dosierung des Mittels abhängen kann.

Den Einfluß der verschiedenen Temperaturen auf den Krankheitsverlauf zeigt natürlich besonders deutlich das Verhalten der absichtlich infizierten Raupen. Ihre Mortalitätskurven sind um so steiler, je

höher die Temperaturen sind. Infektionen mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* gelangen bei allen geprüften Temperaturen, sogar noch bei nur 0,5° C. Dagegen blieben bei dieser Temperatur Infektionen mit *Beauveria bassiana* erfolglos. Von den mit diesem Pilz infizierten Raupen gingen bei 0,5° C beim 2. Versuch nicht und beim 1. Versuch nur wenig mehr ein als von denen der Kontrolle. An keiner dieser toten, ursprünglich infizierten Raupen entwickelte sich in der feuchten Kammer Mycel. Bei 8° C fanden dagegen Infektionen durch *Beauveria bassiana* ebenso statt wie durch *Spicaria farinosa* var. *verticilloides*. Allerdings liegt die Mortalitätskurve der mit *Beauveria bassiana* infizierten Raupen hier etwas hinter der, die das Eingehen der mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* infizierten kennzeichnet. Die Pathogenität der *Beauveria bassiana* scheint bei 8° C also etwas geringer zu sein als die der *Spicaria farinosa* var. *verticilloides*. Bei den höheren Temperaturen von 18,5 und 25° C ist es umgekehrt. Hier gehen die mit *Beauveria bassiana* infizierten Raupen schneller ein als die mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* infizierten, hier ist also die Pathogenität dieses Pilzes geringer als die jenes. Diese Tatsache dürfte sich zwanglos durch die gegenüber der *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* höheren Temperaturansprüche der *Beauveria bassiana* erklären lassen. Das Wachstumsoptimum für *Beauveria bassiana* soll bei 27,5° C (Arnaud 1927, S. 3), das Optimum für *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* — ermittelt an Hand der Zeit, nach der Sporenbildung erfolgt — bei 24° C liegen (Voukassovitsch 1925, S. 79).

Zur übersichtlichen Darstellung des Temperatureinflusses wurden in Abb. 9 die Zeiten eingezeichnet, nach denen — ermittelt an Hand der Mortalitätskurven — jeweils $^2/_3$ der Raupen tot waren. Als Kriterien für den Krankheitsverlauf gilt für diese Zeiten das gleiche, was oben für die ausgeführt wurde, nach denen 70% der Raupen tot waren. Abb. 9 zeigt, daß bei allen im Freiland meist in Frage kommenden Temperaturen Infektionen der Raupen mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* durchaus möglich sind. Freilich würden hier die Absterbezeiten infolge der durchschnittlich geringeren Luftfeuchtigkeit etwas länger sein. Der Verwendung von *Beauveria bassiana*

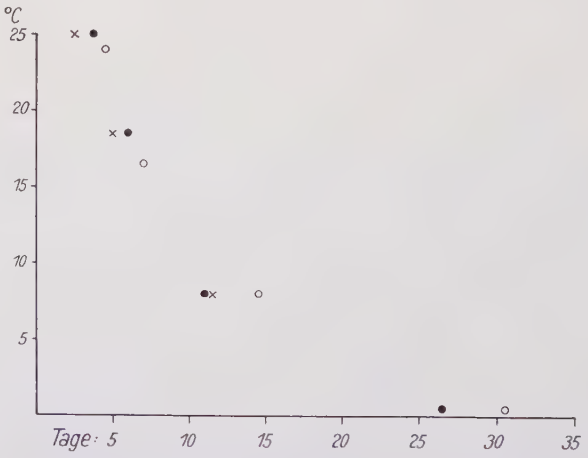


Abb. 9. Zeiten, nach denen bei den Temperaturversuchen $^2/_3$ der Kiefernspannerraupen eingegangen waren. ● = Infektion mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides*, 1. Versuch. o = Infektion mit dem gleichen Pilz, 2. Versuch. × = Infektion mit *Beauveria bassiana*

im Freiland kann dagegen unter Umständen der höhere Temperaturanspruch dieses Pilzes entgegenstehen. Seine Benutzung ist nicht angebracht oder unmöglich, wenn mit sehr niederen Temperaturen gerechnet werden muß. Ob *Beauveria bassiana* bei höheren Temperaturen wegen ihrer hier offenbar etwas schnelleren Wirkung der *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* vorzuziehen ist, läßt sich noch nicht sagen, denn die Verwendung eines Pilzes zur biologischen Bekämpfung wird noch von anderen, eventuell ausschlaggebenden Umständen wie seinem Sporenbildungsvermögen, Unempfindlichkeit seiner Sporen und ähnlichem bestimmt.

Die Sterblichkeitskurven der mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* infizierten Raupen des 2. Versuches liegen etwas hinter den entsprechenden des 1. Versuches. Wie Abb. 9 zeigt, ist das zum Teil auf die beim 2. Versuch etwas niedrigeren Temperaturen (16,5 und 24 statt 18 und 25°) zurückzuführen; andererseits scheinen dafür, wie das Verhalten der infizierten Raupen bei 8 und 0,5° erweist, aber auch noch andere Umstände maßgebend zu sein. Daß sie gerade bei diesen niedrigeren Temperaturen besonders deutlich das Sterben der Raupen verzögern, ist nicht verwunderlich. Jeder den Krankheitsablauf verzögernde Faktor wird um so augenscheinlicher werden, je mehr Widerstände der Krankheit entgegentreten, je langsamer diese verläuft. Man könnte hier daran denken, daß die Raupen des 2. Versuches allgemein widerstandsfähiger gewesen seien als die des 1. Versuches. Da aber die Sporenbildung des zur Infektion benutzten Stammes 25 im Laufe der Zeit etwas nachgelassen hatte und so beim 2. Versuch die Raupen wahrscheinlich mit weniger Sporen bepudert wurden als beim 1. Versuch, kann auch dieser Umstand entscheidend gewesen sein. Es ist eben äußerst schwierig, aus zeitlich verschiedenen Versuchen Schlüsse hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit der Raupen zu ziehen. Wenn man das wollte, müßten die Versuche mit genau gleichen Mengen des Infektionsmaterials vorgenommen werden, und zudem müßte dessen unveränderte Pathogenität durch Testversuche erwiesen sein.

Die Infektionsmerkmale an den toten, mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* infizierten Raupen waren auffallenderweise nicht bei allen Temperaturen gleich. Beim 2. Versuch wurde deshalb auf sie besonders geachtet.

Die bei 24° eingegangenen Raupen und Vorpuppen waren an der Unterseite von Kopf und Brust mit weißem Mycel behaftet. Sie waren weich, aber nicht oder kaum schlaff. Ihre Farbe war etwas bleicher als normal, etwa gelblichgrün.

Die bei 16,5° verendeten Raupen zeigten unterwärts Kopf und Brust Mycel; dieses fehlte aber bei den Vorpuppen. Die Raupen waren gelblichgrün bis graugrün, weich und schlaff, etwas zusammengesunken. Die Vorpuppen waren dagegen nur weich. Ihre Farbe war unterschiedlich, manchmal wie die der Raupen gelblichgrün oder graugrün, manchmal

aber auch schwärzlichgrün, oder es fanden sich unscharf begrenzte schwärzliche Flecken.

An den bei 8° eingegangenen Raupen und Vorpuppen fand sich kein Mycel. Die gelblichgrünen bis graugrünen Raupen waren zwar weich, aber nicht schlaff, manche sogar eigentümlich starr. Dann waren Kopf und Brust, oft auch das Abdomenende, schräg emporgehoben. An manchen Raupen fand sich schwärzliche Verfärbung der Brustunterseite und der dorsalen Hautfalten hinter dem Kopf und der zwischen Vorder- und Mittelbrust. Auch kleine schwarze Fleckchen wurden an den Raupen beobachtet, meist an ihrer Seite, an den Stigmenöffnungen. Solche Fleckchen fanden sich auch an den etwas gelblichgrünen Vorpuppen, deren Gestalt nicht verändert und deren Festigkeit normal oder etwas größer war.

Auch an den bei 0,5° C eingegangenen Raupen und Vorpuppen fehlte Mycel. Die Raupen waren weich, zeigten eine dunkelbräunliche Verfärbung unterwärts Kopf und Brust und der dorsalen Hautfalten hinter dem Kopf. Die meisten Raupen waren zudem mit winzigen, unregelmäßig über den Körper verteilten braunen Fleckchen bedeckt, die also hier keineswegs auf die Stigmenöffnungen beschränkt waren.

Die Mortalitätskurven zeigen die zeitliche Abhängigkeit des Krankheitsverlaufes von der Temperatur. Sie lassen nicht erkennen, ob diese Tatsache durch eine Beeinflussung des Parasiten oder auch eine des Wirtes zustande kommt. Das bei den verschiedenen Temperaturen unterschiedliche Krankheitsbild macht nun wahrscheinlich, daß die Temperatur auch weitgehend die Reaktion des erkrankten Organismus auf die Infektion bestimmt. Es ist sehr wohl denkbar, daß die bei den niederen Temperaturen beobachteten Hautverfärbungen Folge einer Abwehrreaktion der Raupen sind. Bei den höheren Temperaturen würde dagegen der Angriff des Pilzes so schnell erfolgen, daß es zu solchen Reaktionen gar nicht kommt. Die Sterblichkeitskurven sind also vermutlich nicht nur durch den mehr oder weniger schnellen Angriff des Pilzes, sondern auch durch die mehr oder weniger große Reaktionsfähigkeit, das heißt Widerstandsfähigkeit der Raupen geformt.

Infektionsversuche im Freiland

Nach den Ergebnissen der Laborversuche schien es möglich, auch im Freiland Kiefernspannerraupen mit Pilzsporen zu infizieren. Im Herbst 1939 wurde ein Versuch durchgeführt, der zeigen sollte, in welchem Maße Infektionen der Raupen im Freiland zu einem Erfolg führen, und wie weit dieser durch die Art der Infektion bestimmt wird. Es war dies nicht der erste derartige Versuch. Freilandinfektionsversuche mit Kiefernspannerraupen und insektentötenden Pilzen waren bereits 1937 vorgenommen worden. Die Raupen wurden damals aber vorzeitig von Vögeln geh[illegible]

1938 mit Forleulenraupen angestellte Freilandversuche brachten kein brauchbares Ergebnis, da die Raupen überaus stark parasitiert waren und bald nach Versuchsbeginn von den Parasiten verlassen wurden. Diese Versuche waren wie auch der hier zu beschreibende mit Hilfe von Isolatoren durchgeführt worden.

„Isolatoren", die eine Haltung und Beobachtung bestimmter Raupen in ihrer natürlichen Umgebung ermöglichen und gleichzeitig ein Entweichen der Raupen verhindern sollen, wurden zuerst von Schwerdtfeger (1934, S. 459, Abb. 20) nach einer Idee von Dr. Görnitz gebaut und verwendet. Ihr Bau wurde 1937 bei Arbeiten mit Kiefernspannerraupen in der Letzlinger Heide von Dr. Subklew geändert. Statt des von Schwerdtfeger, gewissermaßen als Tischbegrenzung, benutzten reifenartigen Gestells wurden vier auf Pfählen ruhende gerade Holzleisten verwendet. Späterhin erwies es sich dann noch als notwendig, die Isolatoren durch Netze vor Vögeln zu schützen. Abb. 10 zeigt einen der von mir verwendeten Isolatoren. Die niedrigen Pfosten, auf denen die etwa 1,25 m langen Holzleisten aufgenagelt waren, waren durchschnittlich etwa 75 cm hoch. Die obere Seite der Holzleisten war mit Raupenleim bestrichen. An der Unterseite der Leisten wurden mit Reißnägeln die als „Tischfläche" dienenden Tücher befestigt. Sie hatten einen Einschnitt, in den das Kiefernstämmchen zu stehen kam, und der dann zugenäht wurde. Von den Kiefern abfallende Raupen gerieten also auf die Tücher und stießen bei dem Versuch zu entkommen auf die mit Raupenleim bestrichenen Holzleisten. Der ganze Isolator war durch ein

Abb. 10. Isolator

auf vier etwa 1,80 m hohen Pfosten ruhendes Netz gegen Vögel gesichert.

Für die Isolatoren waren in einer 10 Jahre alten Kiefernkultur (im Jagen 213 des Forstamtes Finowtal) etwa 1,50 m hohe Kiefern ausgesucht worden. Dem Revierverwalter, Herrn Prof. Dr. Hilf, danke ich auch hier für das Entgegenkommen, die Versuche in seinem Revier durchführen zu dürfen. Die für die Versuche benutzten Kiefernspannerraupen, meist 4. und 5. Stadium, stammten wiederum aus dem Revier Siggelkow des Mecklenburgischen Forstamtes Marnitz. Als Infektionsmaterial dienten Sporen von *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* und *Beauveria bassiana*. Der Versuch wurde am 13. Oktober 1939 begonnen.

Isolator Nr. 1 wurde mit 50 Raupen besetzt, die mit *Beauveria bassiana* infiziert worden waren. Sie waren hierzu zu je 10 in Schrägagarröhrchen gebracht worden, in denen der Pilz Sporen gebildet hatte. Durch vorsichtiges Schütteln waren die Raupen in den Röhrchen reichlich mit Sporen bepudert worden.

Isolator Nr. 2 diente als Kontrolle. Auf ihn wurden 50 Raupen gesetzt, die gründlich mit Talkum eingestäubt worden waren.

Isolator Nr. 4 erhielt ebenfalls 50 Raupen. Nach ihrem Aufsetzen wurde der Isolator mittels eines Zerstäubers (Art Flitspritze) mit einer Sporenaufschwemmung von *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* besprüht. Das Infektionsmaterial lieferte eine Art Rollkultur dieses Pilzes: 250-ccm-Erlenmeyerkolben waren mit je 60 ccm 3prozent. Biomalzagar gefüllt worden. Nach dem Sterilisieren im Autoklaven wurden die Kolben mit dem noch flüssigen Nährboden unter fließendem Wasser gekühlt und gedreht. Da die Kolben dabei schräg gehalten wurden, erstarrte der Nährboden an ihrer Wandung, wo er eine etwa 6 cm breite Schicht bildete, und am Boden der Kolben. Dem dann eingeimpften Pilz stand so eine verhältnismäßig große Nährbodenfläche zur Verfügung. Zur Herstellung der Sporenaufschwemmung kamen 50 ccm Leitungswasser in eine dieser etwa 3 Wochen alten Kulturen. Durch Schütteln lösten sich die Sporen ab und schwammen auf und in dem Wasser. Da sie vor allem auf dem Wasser schwammen, wurde die Spritze während der Anwendung geschüttelt, um eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Sporen zu erzielen. Mit solchen Sporenaufschwemmungen (von je einer Kultur) wurde Isolator Nr. 4 mehrmals, und zwar am 13., 14., 15., 16., 17., 18., 20. und 23. Oktober besprüht, im ganzen also an 8 Tagen.

Isolator Nr. 5 wurde mit 50 Raupen besetzt und ebenfalls mit einer solchen Sporenaufschwemmung mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* besprüht, aber nur einmal, am 13. Oktober.

Auf Isolator Nr. 6 kamen 50 Raupen, die zuvor mit Sporen von *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* bestäubt worden waren. Die Raupen waren hierzu in eine der beschriebenen Erlenmeyerkolbenkulturen gebracht

und vorsichtig darin geschüttelt worden. Sie sahen danach schwach mehlig bepudert aus.

Isolator Nr. 7 wurde erst mit 50 Raupen besetzt, dann wurden die *Spicaria farinosa* var. *verticilloides*-Sporen einer Erlenmeyerkolbenkultur auf ihn gestäubt. In den Hals des Kulturkolbens war dazu ein doppelt durchbohrter Gummistopfen geschoben worden, in dessen Bohrungen rechtwinklig gebogene Glasröhrchen steckten. An die eine Röhre wurde ein Gummiballgebläse angeschlossen. Durch den von ihm erzeugten Luftstrom wurden die Sporen losgerissen und durch das zweite Glasrohr ausgestäubt. Die Ablösung der Sporen wurde noch durch 3 kleine, in den Kolben gegebene Holzstückchen erleichtert, die in dem Kolben geschüttelt wurden. Da es am 13., 14. und 15. Oktober zum Teil sehr heftig regnete und ein Abspülen der Sporen befürchtet worden war, wurde der Isolator am 16. Oktober nochmals mit Sporen bestäubt. Diesmal wurden hierzu 2 Erlenmeyerkolbenkulturen verwandt, da das Wetter sehr windig war und viele Sporen verweht wurden.

Isolator Nr. 8 wurde mit 50 Raupen besetzt, die ebenso wie die von Isolator Nr. 6 mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* infiziert worden waren. Isolator Nr. 8 war aber durch ein über ihm angebrachtes Dachpappendach vor Regen und Sonne geschützt.

Durch diese Versuchsanordnung sollte festgestellt werden: 1. ob Infektionen im Freiland überhaupt möglich sind, und ob sie sich durch Sporen von *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* ebenso wie durch die von *Beauveria bassiana* vornehmen lassen (Isolator Nr. 1 und 6, Raupen sehr reichlich mit Sporen bepudert); 2. ob die Infektionen bei dieser Infektionsart vielleicht durch starken Regen oder Sonne beeinträchtigt werden (Isolator Nr. 8 durch Dach geschützt); 3. ob eine geringere Sporenbestäubung der Raupen, wie sie eventuell in größerem Maßstab durchgeführt werden könnte, zur Infektion genügt (Isolator Nr. 7); ob eine entsprechende Besprühung mit Sporenaufschwemmungen (Isolator Nr. 5) ebenso gute oder vielleicht bessere Ergebnisse liefert; 5. ob eine solche Besprühung öfters wiederholt werden muß (Isolator Nr. 4); 6. ob die reichliche Sporenbepuderung der Raupen (Isolator Nr. 1 und 6) unspezifische schädliche Folgen für die Raupen hat, etwa durch Oberflächenänderung oder Stigmenverstopfung (Isolator Nr. 2, Kontrolle, Raupen mit Talkum bepudert).

Zur Ermittlung der während des Versuches herrschenden Witterung waren in der Kiefernkultur ein Thermohygrograph und ein Regenmesser aufgestellt worden. Letzterer wurde meist vormittags gegen 10 Uhr kontrolliert. Abbildung 11 gibt auf Grund der so gewonnenen Unterlagen eine Übersicht über die Witterung. Zu beachten ist hierbei, daß die Regenmengen an den Tagen eingezeichnet sind, an denen sie vormittags gemessen wurden. — Die Lufttemperaturen sanken in den ersten 10 Tagen langsam ab, blieben aber zwischen ungefähr 5 und 10° C. Die mittlere

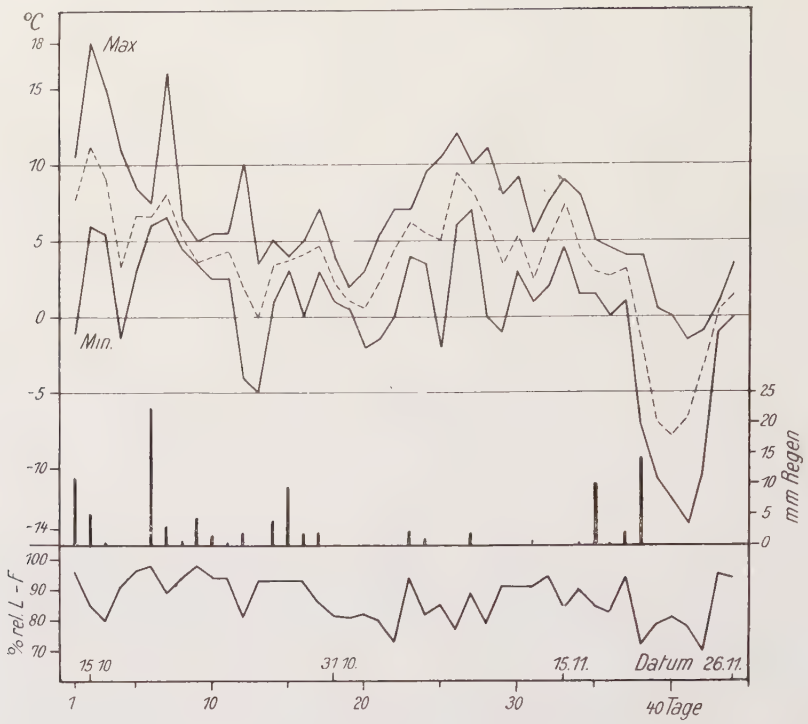


Abb. 11. Witterung während des Isolatorenversuches

Temperatur für diese Dekade betrug 6,6° C. Vom 10.—20. Tag hielt sich die Temperatur zwischen 0 und 5° C (mittlere Temperatur 2,6° C), stieg dann wieder an, so daß die mittlere Temperatur für die Zeit vom 20. bis 30. Tage 5,6° C erreichte. Am 38. Tage sank die Temperatur erheblich unter 0° C. Im ganzen herrschten also bis dahin Temperaturen, bei denen nach den Laborversuchen Infektionen durchaus zu erwarten waren. Auch die mittleren Luftfeuchtigkeiten, die größtenteils zwischen 80 und 100% lagen, waren für die Infektionen günstig. Im allgemeinen war der Himmel während des Versuches und vor allem in den auf die Infektion folgenden Tagen bedeckt. Etwaige Einwirkung von Sonnenstrahlung fand daher nicht statt. Noch am gleichen Tage, an dem der Versuch begonnen wurde, am 13. Oktober, kam nachmittags ein Gewitter mit heftigem Regen, der auch während der Nacht anhielt. Am folgenden Morgen wurden 10,25 mm Regen festgestellt. Am 14. Oktober regnete es zwischen 14 und 15 Uhr heftig und am 15. Oktober vormittags etwas. Starker Regen fiel am Abend des 18. Oktober und in der folgenden Nacht, so daß am Morgen des 19. Oktober 22,4 mm ermittelt wurden. Auf diese bald nach den Infektionen erfolgten Regenfälle ist deshalb hier eingegangen worden, da sie offenbar die Sporen von den Raupen nicht in beträchtlichem Maße abspülten, was anfangs befürchtet wurde. An den stark mit

Sporen eingepuderten und daher schwach mehlig bestäubt aussehenden Raupen ließ sich erkennen, daß sie auch noch nach diesen Regen reichlich mit Sporen behaftet waren.

Die Isolatoren wurden täglich kontrolliert. Abgefallene und auf den Tüchern umherkriechende Raupen wurden wieder auf die Kiefern gesetzt. So wurde die Zahl der auf dem Leim festklebenden oder diesen unter günstigen Bedingungen doch überquerenden Raupen möglichst herabgesetzt. Tote Raupen wurden mitgenommen und im Laboratorium in Petrischalen auf feuchtes Filtrierpapier gelegt. Sie wurden vorher etwa 10 Sekunden in 96prozent. Alkohol getaucht. Es war beabsichtigt, dadurch die noch außen an den Raupen befindlichen Sporen abzutöten. Diese sollten bei noch nicht infizierten, aus anderen Gründen eingegangenen Raupen nicht den Anlaß zu einer Verpilzung geben können. Ein besonderer Versuch zeigte aber später, daß diese Alkoholbehandlung zur Abtötung aller Sporen nicht ausreicht: Absichtlich durch etwa zweistündige Kälte von —17° C getötete Kiefernspannerraupen waren wie üblich mit Sporen von *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* bepudert worden. Sie kamen dann teils sofort in eine feuchte Kammer, teils erst nach 10, 30 und 60 Sekunden dauerndem Eintauchen in 96prozent. Alkohol. In den folgenden Tagen überzogen sich die nicht mit Alkohol behandelten Raupen vollkommen mit Mycel, an den mit Alkohol behandelten bildeten sich aber doch einzelne Mycelbäusche. Schließlich fielen alle diese Raupen zu einem flachen schwärzlichen Rest zusammen, der kaum noch mit zusammengesunkenem Mycel

Abb. 12. Zwei durch *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* infizierte Kiefernspannerraupen von Isolator Nr. 5 nach Verpilzen in feuchter Kammer. Etwas vergrößert

bedeckt war. Eine Verpilzung des Raupeninnern, eine üppige Mycelentwicklung oder gar Coremienbildung fand bei diesen Raupen also nicht statt. Hierin unterschieden sie sich deutlich von wirklich infizierten Raupen. Es darf daher angenommen werden, daß die mit Sporen behandelten Raupen von den Isolatoren, die in der feuchten Kammer durchweg stark verpilzten (vgl. Abb. 12), wirklich durch den Pilz oder zum mindesten unter dessen Mitwirkung eingegangen waren, daß die Mycelentwicklung an ihnen also nicht etwa nur von den noch außen haftenden Sporen ausging.

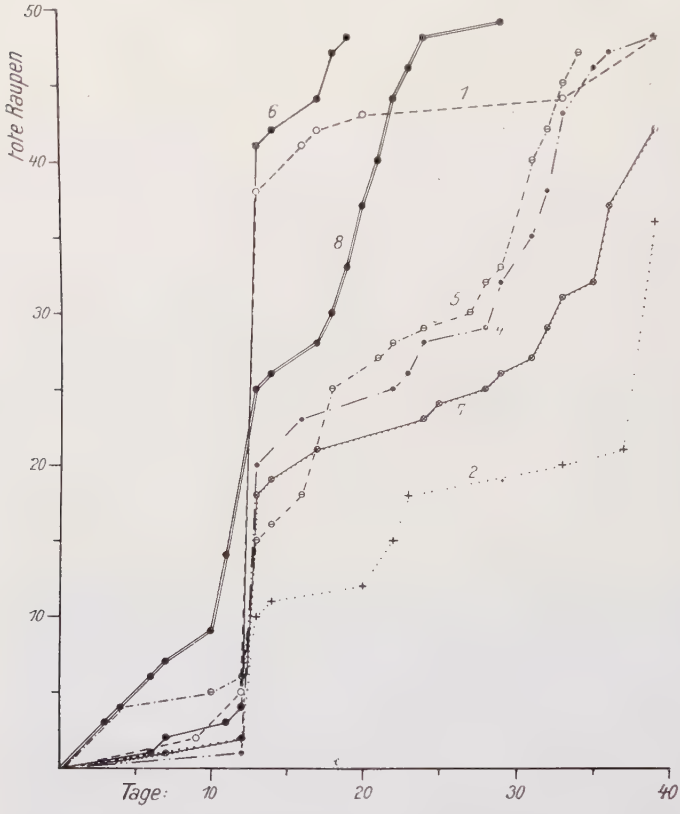


Abb. 13. Sterblichkeit der Kiefernspannerraupen auf den Isolatoren. Die Ziffern neben den Kurven entsprechen den Nummern der Isolatoren. 1 = Raupen mit Sporen von *Beauveria bassiana* bepudert. 2 = Kontrolle, Raupen mit Talkum bepudert. 4 = Isolator samt Raupen mehrmals mit Sporenaufschwemmung von *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* besprüht. 5 = Isolator samt Raupen einmal mit solcher Sporenaufschwemmung besprüht. 6 = Raupen mit Sporen von *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* bepudert. 7 = Isolator samt Raupen zweimal mit Sporen von *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* bestäubt. 8 = Raupen mit Sporen von *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* bepudert, Isolator unter Dach

Die Sterblichkeit der Raupen blieb in den ersten 12 Tagen nach der Infektion auf fast allen Isolatoren verhältnismäßig gering. Sie stieg aber, wie Abb. 13 zeigt, sprunghaft am 13. Tage, dem 26. Oktober. An diesem windstillen Morgen hingen die toten Raupen weich und schlaff lose an den Nadeln und fielen ab, sobald man leicht gegen die Kiefer stieß. In der vorausgegangenen Nacht war die Temperatur bis auf — 5° C abgesunken. Abb. 14 zeigt den Verlauf dieses Frostes. Die Zahlen der am 26. Oktober auf den einzelnen Isolatoren vorgefundenen toten Raupen sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Die auffallenden Unterschiede in der Mortalität der Raupen auf den verschiedenen Isolatoren und dabei die Abstufung der Sterblichkeit nach der Intensität der Infektion machten

wahrscheinlich, daß nicht nur der Frost am Eingehen der Raupen schuld war, sondern auch deren Infektion. Die meisten Raupen waren auf den Isolatoren Nr. 6 und 1 eingegangen, wo sie vor dem Ansetzen gründlich mit Sporen bepudert worden waren. Geringer war die Sterblichkeit der Raupen auf den Isolatoren, die mehrmals mit Sporenaufschwemmung besprüht (Isolator Nr. 4) oder zweimal mit Sporen bestäubt worden waren (Isolator Nr. 7). Die Raupen von Isolator Nr. 8 waren zwar ebenfalls reichlich mit Sporen bepudert worden, sie waren aber auf diesem Isolator durch das Dachpappendach wohl derart gegen Frost geschützt, daß sie aus diesem Grunde nur in geringer Zahl eingingen. Die nur einmal mit Sporenaufschwemmung besprühten Raupen (Isolator Nr. 5) litten durch den Frost fast nur in dem Maße wie auch die Raupen der Kontrolle (Isolator Nr. 2). Das Eingehen der Kontrollraupen ist im Hinblick auf die Frage nach der Frostanfälligkeit der Kiefernspannerraupen interessant. Am 25. Oktober waren die ersten Kontrollraupen eingegangen. Am 26. Oktober waren von den noch übrigen 48 Raupen 8 verendet = 16,6 %. So spricht auch dieses Beispiel dafür, daß die Widerstandsfähigkeit der Kiefernspannerraupen gegen Frost doch nicht allgemein derart groß ist, wie oft angenommen wird, und wie es schon nach früheren Freilandbeobachtungen zweifelhaft schien (Müller-Kögler 1940).

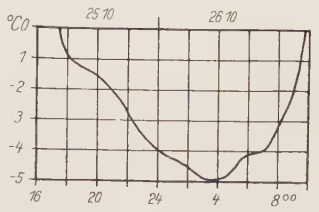


Abb. 14. Verlauf des Frostes am 25./26. Oktober 1939

Soweit die nach der Frostnacht eingegangenen Raupen ursprünglich mit Sporen infiziert worden waren, verpilzten sie stark nach Einlegen in feuchte Kammern. Auch danach konnte angenommen werden, daß die Raupen nicht nur durch Frost, sondern auch mit infolge der Infektion verendet waren. Durch einen Versuch sollte die Annahme, daß die infizierten Raupen wegen ihrer gesteigerten Anfälligkeit in erheblicherem Maße durch Frost eingegangen waren, erhärtet werden. Am 15. November wurden deshalb 30 Kiefernspannerraupen (5. Stadium) mit Sporen von *Sp. f.* var. *verticilloides* bepudert, 30 Raupen blieben zur Kontrolle unbehandelt. Die Raupen wurden bis zum 20. November im Thermostaten bei 14,5—16° C gehalten. Von den infizierten Raupen waren am 19. eine, am 20. zwei und eine Vorpuppe eingegangen. Diese toten Raupen zeigten die für eine Infektion typischen Zeichen in Gestalt kleiner bräunlicher Fleckchen. Am 20. November wurden die noch lebenden Raupen von den Vorpuppen getrennt, da angenommen wurde, daß diese sich gegen Kälte anders verhielten als die Raupen. Für den Kälteversuch standen danach zur Verfügung: 25 Kontrollraupen und 22 infizierte Raupen. Sie wurden 4 Stunden einer Temperatur von etwa —5 °C ausgesetzt. Nach dieser Behandlung waren von den Kontrollraupen (1 = 4 %), von den infizierten Raupen aber 7 (= 32 %!) tot. Die überlebenden infizierten Raupen

Tabelle 2

Tote Raupen am

Isolator	Nr. 6	Nr. 1	Nr. 4
Behandlung	Raupen mit Sporen von *Sp. f.* var. *verticilloides* bepudert	Raupen mit Sporen von *Beauveria bassiana* bepudert	Isolator samt Raupen mehrmals mit Sporenaufschwemmung von *Sp. f.* var. *verticilloides* besprüht
Zahl der toten Raupen	37	33	19

gingen in den folgenden 5 Tagen infolge der Infektion ein. Die überlebenden Kontrollraupen entwickelten sich fast sämtlich zu normalen Puppen. Dieses Versuchsergebnis zeigt, daß infizierte Raupen tatsächlich gegen Frost anfälliger sind als gesunde. Es darf daher wohl mit Recht angenommen werden, daß auf den Isolatoren das besonders ausgeprägte Eingehen der infizierten Raupen auf die Wirkung des Frostes und der Infektion zurückzuführen ist. Der Frost hat hier in der Hauptsache nur die schon erfolgten Infektionen, soweit sie zu einem bestimmten Grad der Erkrankung geführt hatten, zu einem sehr frühen Zeitpunkt deutlich werden lassen. Vielleicht läßt sich diese Tatsache gelegentlich versuchstechnisch auswerten, wenn es darauf ankommt, innerhalb kürzester Zeit Unterlagen z. B. über Pathogenität bestimmter Pilzstämme, Prüfung bestimmten Infektionsmaterials usw. zu gewinnen. Hinsichtlich der Bevölkerungsbewegung des Kiefernspanners und der Bewertung des Frostes als Mortalitätsfaktor wäre es sehr interessant zu wissen, ob die infolge einer Infektion gesteigerte Frostanfälligkeit auch für Spannerraupen gilt, die im Freiland an irgendwelchen sonstigen Krankheiten oder Parasiten leiden. Bei früheren Beobachtungen über Eingehen von Spannerraupen nach Frost (Müller-Kögler 1940) konnten solche Beziehungen allerdings nicht festgestellt werden.

Nach der Frostnacht waren die Raupen auf den Isolatoren Nr. 1 und 6 mit infolge ihrer besonders starken Infektion zum allergrößten Teil eingegangen. Die zwar ebenso dicht mit Sporen bepuderten, durch den bedachten Isolator (Nr. 8) aber gegen Frost geschützteren Raupen waren in geringerem Maße verendet: Dem Frost waren nur die schon besonders heftig erkrankten Raupen erlegen. In den auf die Frostnacht folgenden 4 Tagen ist das Eingehen der Raupen dieses Isolators gering, ihre Sterblichkeitskurve verläuft flacher. Sie steigt dann aber wieder steil an, offenbar als Folge der nun sich auswirkenden Infektionen. In ähnlicher Weise verlaufen auch die Sterblichkeitskurven der weniger stark infizierten Raupen. Auch bei ihnen zeigt sich nach der Frostnacht, in der die am stärksten infizierten Raupen eingegangen sind, nach einem erst flacheren

26. Oktober 1939 nach dem Frost

Nr. 7	Nr. 8	Nr. 5	Nr. 2
Isolator samt Raupen zweimal mit Sporen von *Sp. f.* var. *verticilloides* bestäubt	Raupen mit Sporen von *Sp. f.* var. *verticilloides* bepudert, Isolator unter Dach	Isolator samt Raupen einmal mit Sporenaufschwemmung von *Sp. f.* var. *verticilloides* besprüht	Kontrolle, Raupen mit Talkum bepudert
16	11	9	8

Verlauf der Mortalitätskurve deren steiles Ansteigen. Dieses darf um so mehr als Folge der Infektion gewertet werden, als vom 28. Tage an die eingegangenen Raupen dieser Isolatoren fast sämtlich die typischen Infektionsmerkmale in Form von winzigen dunkelrotbraunen Pünktchen und schwärzlichen Verfärbungen der Brust ventral und der hinter dem Kopf liegenden Hautfalten (vgl. Abb. 1) zeigen. Die Sterblichkeitskurve der Kontrollraupen verläuft nach der Frostnacht — abgesehen von einem zwischen dem 20. und 23. Tag liegenden, nicht erklärbaren kleinen Anstieg — ziemlich flach. Sie schnellt erst zum Schluß, zum 39. Tage, empor. Schuld daran war aber auch hier wieder Frost, der in der Nacht zum 21. November eine Stärke von -10° C erreichte. Ihm erlagen die bis dahin noch lebenden 15 Kontrollraupen. Die infizierten Raupen waren zu dieser Zeit bereits fast alle eingegangen, nur auf Isolator Nr. 7 waren noch 5 und auf Isolator Nr. 1 noch 4 Raupen, die ebenfalls dem Frost zum Opfer fielen.

Leider wurden nicht alle auf die Isolatoren gesetzten Raupen wieder gefunden. Vor allem auf Isolator 7 und Isolator 2 verschwanden Raupen, auf ersterem 8, auf letzterem 14. Es taucht hier die Frage auf, ob unter diesen Umständen vor allem die Sterblichkeitskurve 2 auf Abb. 13 ein den wirklichen Verhältnissen entsprechendes Bild gibt. Man darf dies aber doch für den allergrößten Teil der Kurve annehmen, da die fehlenden Raupen offensichtlich erst in den letzten Tagen des Versuches verloren gingen. Sie müssen in ihrem Bestreben, zur Verpuppung in den Boden zu gelangen, über den Leimstreifen hinweggewandert sein. Daß dies vorkommen kann, wurde gelegentlich beobachtet, vor allem, wenn nach Regenwetter Wasser auf dem Leim stand. Auf die Tücher der Isolatoren waren zwar Moosballen gelegt worden, in die die Raupen zur Verpuppung kriechen sollten, sie haben das Moos aber offenbar nur schwer gefunden. Es nimmt nicht wunder und bestätigt die gemachte Annahme, daß gerade von den nicht oder nur wenig infizierten Raupen (Isolator Nr. 2 und Nr. 7) die meisten verloren gingen. Von ihnen kamen eben verhältnismäßig viele bis zu dem Stadium, in dem sie sich zur Verpuppung an-

schickten und abzuwandern trachteten. Von den stärker infizierten Raupen gelangten infolge der Infektion kaum welche so weit, sie gingen deshalb, d. h. wegen des fehlenden Wandertriebes, auch lange nicht in dem Maße verloren.

Der Erfolg der verschiedenen Infektionsmethoden des 1. Versuches läßt sich an Hand der Sterblichkeitskurven auf Abb. 13 erkennen. Die dicht mit Sporen bepuderten Raupen (Kurve 6, 1 und 8) gingen am schnellsten ein. Dabei scheinen die Sporen von *Beauveria bassiana* für die Raupen etwa ebenso pathogen gewesen zu sein wie die von *Spicaria farinosa* var. *verticilloides*. Das Absterben der mit Sporenaufschwemmung besprühten Raupen (Kurve 5 und 4) ging langsamer vor sich, am langsamsten das der schwach bestäubten Raupen (Kurve 7). Auffallend ist, daß die Sterblichkeitskurven der nur einmal und der mehrmals mit Sporen besprühten Raupen fast gleich verlaufen. Die durch die mehrfache Besprühung den Raupen vermittelte größere Sporenmenge wäre danach ohne Einfluß geblieben. Benutzt man aber die Zahl der nach der ersten Frostnacht toten Raupen als Maßstab für die Wirkung der Infektion, so muß diese bei den mehrmals besprühten Raupen, von denen 19 tot waren, heftiger gewesen sein als bei den nur einmal besprühten mit 9 toten. Entsprechendes würde sich für die zweimal mit Sporen bestäubten Raupen ergeben, deren Sterblichkeitskurve verhältnismäßig sehr flach verläuft, von denen aber nach der Frostnacht 16 tot waren. Um ein klareres Bild von den Auswirkungen verschiedener Infektionsmethoden zu erhalten und ihre Ergebnisse quantitativ zu erfassen, ist es nötig, weitere solche Versuche vorzunehmen und sie so zeitig anzusetzen, daß sie durch Frost nicht gestört werden.

Nachdem in der ersten Frostnacht zum 26. Oktober ein großer Teil der Raupen eingegangen war, wurden am 27. Oktober erneut 2 Isolatoren mit Raupen besetzt. Auf Isolator Nr. 3 kamen als Kontrolle 100 unbehandelte Kiefernspannerraupen. Von Isolator Nr. 6 wurden die aus dem 1. Versuch stammenden restlichen 6 Raupen abgenommen und auf bestimmte Kiefernzweige gesetzt, wo sie in den nächsten Tagen eingingen. Dieser Isolator wurde dann neu mit 100 Raupen beschickt, die zuvor gründlich mit Sporen von *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* bepudert worden waren. In Tabelle 3 sind die Zahlen der bis zu den einzelnen Versuchstagen verendeten Raupen und Vorpuppen eingetragen. Auch bei diesem Versuch zeigte sich deutlich eine Auswirkung der Infektion. Das Eingehen der infizierten Raupen erfolgte vom 22. Tage an in gesteigertem Maße. Raupen mit Infektionsmerkmalen fanden sich am 12., 18., 19., 22. Tag nach der Infektion und in den folgenden Tagen. Leider wurde auch dieser Versuch durch den Frost beendet, der am Nachmittag des 20. November einsetzte. Wiederum gingen viele der ausgesetzten Raupen verloren, denen offensichtlich das Entweichen über den Leimgürtel gelungen ist. Zum Teil wurden die Raupen auch auf dem Leim fest-

Tabelle 3

Sterblichkeit der Kiefernspannerraupen beim Wiederholungsversuch (Summe der toten Raupen und Vorpuppen)

Isolator Nr.	Behandlung	Tage nach Versuchsbeginn																					
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
3	Raupen unbehandelt, Kontrolle	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	68			
6	Raupen mit Sporen von *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* bepudert	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	5	6	7	8	8	16	25	27	41			

geklebt und derart mit Leim verschmiert gefunden, daß sie weggeworfen werden mußten (von Isolator Nr. 3 fünf, von Isolator Nr. 6 zehn Raupen). Die Begrenzung der Isolatoren durch den ziemlich schmalen, etwa 4 cm breiten Leimstreifen erwies sich als ungenügend. Sie muß bei weiteren Versuchen nach Möglichkeit geändert werden.

Die Versuche haben als Vorversuche, als die sie gedacht waren, gezeigt, daß auch im Freiland Infektionen von Raupen mit insektentötenden Pilzen möglich sind. Sie haben das meines Erachtens in einem Ausmaß gezeigt, das nicht unbedingt zu erwarten war. Weitere entsprechende Untersuchungen dürften danach berechtigt und keinesfalls so aussichtslos sein, wie oft angenommen wird. Zweifellos war während des Versuches infolge der meist herrschenden hohen Luftfeuchtigkeit die Witterung besonders günstig. Es muß deshalb zunächst festgestellt werden, ob die Infektionen auch bei weniger geeignetem, trockenem, sonnigem Wetter gelingen. Versuche zur Beantwortung dieser Frage waren für Juni, Juli 1940 mit Forleulenraupen vorgesehen, mußten aber einstweilen zurückgestellt werden. Bei dem schon erwähnten, wegen starker Parasitierung der Raupen größtenteils mißglückten Freilandversuch mit Forleulenraupen und *Spicaria farinosa* var. *verticilloides*, der im Juli/August 1938 vorgenommen wurde, ließen sich trotz vorwiegend trockener Witterung Infektionen an mehreren Raupen feststellen. Auch Janisch (1938, S. 6 bis 7) scheinen Infektionen von Nonnenraupen mit *Aspergillus versicolor* (Vuill.) Tirab. im Freiland bei warmem, trockenem Wetter gelungen zu sein. Zu prüfen wäre weiter, ob die wichtigsten Forstschädlinge: Kiefernspanner, Forleule und Nonne in gleicher Weise für Pilzinfektionen empfänglich sind, ob sie sich gegenüber verschiedenen Pilzen und Pilzstämmen gleich verhalten. Weiterhin wäre festzustellen, in welcher Menge und welcher Weise die Ausbringung der Sporen zu geschehen hat. Wenn nach diesen Arbeiten die Anwendung insektenpathogener Pilze im Freiland aussichtsreich erscheint, würde es nötig sein, ein Zuchtverfahren zu entwickeln, das die billige Herstellung großer Sporenmengen gewährleistet.

Von der Lösung dieser Frage wird es weitgehend abhängen, ob sich solche biologische Bekämpfung praktisch durchführen läßt. Erst nach allen diesen Voruntersuchungen wird sich entscheiden lassen, ob und in welchen Fällen diese biologische Bekämpfung in der forstlichen Praxis Aussicht auf Erfolg verspricht. Vorläufig sind wir jedenfalls noch nicht so weit, solche Bekämpfung in großem Maßstabe mit praktischer Zielsetzung durchführen und die Sporenherstellung industriell vornehmen zu dürfen. Im Anschluß an Blunck (1939, S. 2183, Verwendung von *Beauveria densa* gegen Maikäfer-Engerlinge) sei darauf auch hier hingewiesen und vor einer überstürzten Entwicklung gewarnt. Vorteile und Nachteile einer biologischen Bekämpfung werden übrigens auch jeweils durch den Vergleich mit den gerade zur Verfügung stehenden chemischen Bekämpfungsmitteln bestimmt. Werden diese verbessert, so kann sich dadurch die Lage zu Ungunsten der biologischen Bekämpfung plötzlich ändern. Andererseits wird deren Wert in dem Maße steigen, in dem Mängel der chemischen Bekämpfung aufgedeckt werden. So wird sich auch nach grundsätzlicher, Erfolg versprechender Lösung des Problems immer nur im Augenblick und im Einzelfall entscheiden lassen, ob chemische oder biologische Bekämpfung vorzuziehen ist.

Ein Nachteil der Art biologischer Bekämpfung mittels Pilzsporen, wie sie sich nach vorstehenden Versuchen als vielleicht einmal möglich erweist, ist es, daß bei ihr die Schädlinge — entsprechend einer chemischen Bekämpfung — von dem wirksamen Stoff nur bei dessen künstlicher Ausbringung getroffen werden. Denn meist wird die Luftfeuchtigkeit im Lebensraum der Raupen nicht so hoch sein, daß hier an den durch Infektion getöteten der Pilz sich außen entwickelt, Sporen und damit neue Infektionsherde bildet. Anzustreben ist bei einer „biologischen" Bekämpfung aber wohl, daß der Krankheitserreger oder Parasit nur unter günstigen Bedingungen in verhältnismäßig geringer Menge ausgebracht zu werden braucht, daß er sich dann selbsttätig vermehrt, weitere Schädlinge infiziert und so zu einer Epidemie führt. Erst wenn es gelingt, derart, nur durch Schaffung kleiner Infektionsherde, eine Seuche auszulösen, werden die in der biologischen Bekämpfung ruhenden Vorteile restlos zur Geltung gebracht. Vielleicht kommen wir diesem Ziele näher, wenn wir die uns jetzt noch unbekannten Erreger von seuchenhaften Raupenkrankheiten, z. B. der von Fleckenbildungen begleiteten, wahrscheinlich bakteriellen Krankheit der Kiefernspannerraupen, isoliert und ihre Lebensbedingungen untersucht haben. Ein Nachteil solcher erstrebten biologischen Bekämpfung wird allerdings höchstwahrscheinlich sein, daß sie — falls der Krankheitserreger nicht überaus pathogen ist — mehr oder weniger auf eine bestimmte Prädisposition des Insekts angewiesen ist. Ob wir diese rechtzeitig erkennen und ausnutzen können, ist, zum mindesten jetzt noch, fraglich, ob wir sie herbeiführen können, noch fraglicher. Insofern würde die einer chemischen entsprechende biologische Bekämpfung Vor-

teile bieten, da bei der überaus reichlichen Ausbringung der Krankheitserreger die Infektion auch ohne eine besondere Prädisposition der Insekten zu erfolgen scheint. — Es wird vor allem von dem Gang und den Ergebnissen der Arbeiten über die verschiedenen Krankheiten der schädlichen Forstinsekten abhängen, in welcher Richtung die Versuche zu ihrer biologischen Bekämpfung fortzusetzen sind, um möglichst bald praktisch verwertbare Ergebnisse zu zeitigen.

Zusammenfassung

Mit Kiefernspannerraupen und 2 insektentötenden Pilzen, *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* Fron. und *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. wurden Infektionsversuche angestellt.

In Laboratoriumsversuchen wurde der Einfluß von Luftfeuchtigkeit und Temperatur auf Infektion und Krankheitsverlauf untersucht.

Das Verhalten der Kontroll-Raupen machte wahrscheinlich, daß ihr Feuchtigkeitsoptimum zwischen 100 und der Nähe von 94% relativer Luftfeuchtigkeit liegt.

Fast bei jeder Luftfeuchtigkeit war die Sterblichkeit der infizierten Raupen deutlich größer als die der nichtinfizierten. Lediglich bei etwa 17 und 0% Luftfeuchtigkeit waren die Unterschiede gering, diese Feuchtigkeiten waren auch für die Kontroll-Raupen zu ungünstig.

Besonders hohe und besonders niedere Luftfeuchtigkeiten förderten das Eingehen der infizierten Raupen.

Der Krankheitsverlauf wurde bei Luftfeuchtigkeiten über 34 oder 60% anscheinend vor allem durch Begünstigung der Pilze (Feuchtigkeit-Sporenkeimung), bei den niedrigeren Luftfeuchtigkeiten wohl vor allem durch die hier besonders geringe Widerstandsfähigkeit der Raupen bestimmt.

Es hatte den Anschein, als ob sehr niedere Temperatur zwar die Absterbezeit der Raupen verlängern, ihre Gesamtmortalität aber erhöhen würde.

Bei den im Wald wohl meist in Frage kommenden mittleren Luftfeuchtigkeiten um 60% sind Infektionen besonders schwer zu erreichen. Versuche zur biologischen Bekämpfung mit Hilfe von Pilzsporen müssen deshalb im Freiland besonders sorgfältig vorgenommen und öfters wiederholt werden, ehe sich die Grenzen solcher Bekämpfung übersehen lassen.

Es wäre darauf zu achten, ob auch im Freiland die krankheitsbegünstigende Wirkung der niederen Luftfeuchtigkeiten, etwa in Zeiten besonderer Trockenheit, eine Rolle spielt beim Zustandekommen seuchenhafter Krankheiten der Forstinsekten.

Infektionen mit *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* gelangen noch bei nur etwa 0,5° C. Infektionen mit *Beauveria bassiana* blieben bei dieser Temperatur erfolglos.

Bei 8° gelangen Infektionen mit beiden Pilzen. *Sp. f.* var. *verticilloides* führte hier etwas schneller zum Absterben der Raupen als *B. bassiana.*

Bei 18,5 und 25° gingen dagegen die mit *B. bassiana* infizierten Raupen etwas schneller ein.

Die Infektionsmerkmale (Erscheinen von Mycel, Hautverfärbungen) an den durch *Sp. f.* var. *verticilloides* verendeten Raupen waren bei den verschiedenen Temperaturen unterschiedlich.

Kiefernspannerraupen wurden auch im Freiland unter Benutzung von „Isolatoren" mit den genannten Pilzen auf verschiedene Art infiziert (Bepudern der Raupen, Bestäuben der Isolatoren samt Raupen mit Sporen, Besprühen der Isolatoren samt Raupen mit Sporenaufschwemmungen). Der Versuch wurde am 13. Tage durch Frost gestört. Nach ihm fanden sich auf den Isolatoren um so mehr tote Raupen, je größer die zur Infektion verwendete Sporenmenge gewesen war. Die Annahme, daß das Eingehen der Raupen nicht nur auf den Frost, sondern auch mit auf ihre Infektion zurückzuführen war, wurde durch einen Versuch bestätigt: Von infizierten und nicht infizierten Raupen, die Kälte von — 5° C ausgesetzt wurden, gingen die infizierten Raupen zu einem weit größeren Teil ein als die nicht infizierten.

Lage und Verlauf der Sterblichkeitskurven der infizierten Raupen und das Auftreten typischer Infektionsmerkmale an diesen zeigten nach dem Frost weiterhin die Auswirkungen der Infektionen.

Infektionen von Raupen mit insektentötenden Pilzen scheinen danach auch im Freiland möglich.

Vor- und Nachteile der nach den Versuchen vielleicht möglichen Art einer biologischen Bekämpfung werden erörtert.

Schrifttum

Arnaud, M., Recherches préliminaires sur les chmampignons entomophytes. Ann. des Epiphyt. **13**, 1—30, 1927.

Blunck, H., Über die Ursachen des Massenwechsels von *Melolontha melolontha* L. Verhandlungen VII. Internat. Kongreß f. Entomologie **3**, 2175—2189, 1939.

Engel, H., Über die Bevölkerungsbewegung des Kiefernspanners in verschiedenen Bestandestypen. (In Vorbereitung zum Druck.)

Göß wald, K., Die Wirkung des Kontaktgiftes Pyrethrum auf Forstschädlinge unter dem Einfluß der physiologischen Disposition der Schädlinge und der Einwirkung von ökologischen Außenfaktoren. Zeitschr. f. angew. Entomologie **20**, 489 – 530, 1934.

— — Über den insektentötenden Pilz *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Bisher Bekanntes und eigene Versuche. Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. **22**, 399—452, 1938.

Janisch, E., Eine neue Pilzkrankheit bei Nonnenraupen. Arb. über physiol. u. angew. Entomologie **5**, 1—20, 1938.

Lakon, G., Die insektentötenden Pilze (Mykosen). In: Escherich K., Die Forstinsekten Mitteleuropas, 1. Bd., 258—291. Berlin 1914.

Masera, E., Le malattie infettive degli insetti e loro indice bibliografico. Bologna 1936.

Müller-Kögler, E., Eingehen von Kiefernspannerraupen durch Frost? Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen **72**, 246—255, 1940.

Paillot, A., L'infection chez les insectes, Immunite et symbiose. Paris 1933.

Schwerdtfeger, F., Studien über den Massenwechsel einiger Forstschädlinge. III. Untersuchungen über die Mortalität der Forleule (*Panolis flammea* Schiff.) im Krisenjahr einer Epidemie. Mitt. aus Forstwirtsch. u. Forstwissensch. **5**, 417—474, 1934.

Sweetmann, H. L., The biological control of insects. Ithaca-New York 1936.

Voukassovitsch, P., Contribution à l'étude d'un champignon *Spicaria farinosa* (Fries) var. *verticilloides* Fron. Ann. des Epiphyt. **11**, 73—106, 1925.

Zwölfer, W., Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. 1. Die Kieferneule, *Panolis flammea* Schiff. Zeitschr. f. angew. Entomologie **17**, 475—562, 1931.

— — Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Zeitschr. f. angew. Entomologie **19**, 497—513, 1932.

— — Studien zur Ökologie, insbesondere zur Bevölkerungslehre der Nonne, *Lymantria monacha* L. (Vermehrungspotential und Sterblichkeit der Entwicklungsstufen in ihren Beziehungen zu Temperatur und Luftfeuchtigkeit). Zeitschr. f. angew. Entomologie **20**, 1—50, 1934.

Einzelreferate

Goetsch, W., Vergleichende Biologie der Insektenstaaten. (Probleme der Biologie Bd. 4, VIII, 440 Seiten, mit 93 Abb.) Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft. Preis geb. RM. 27,—.

Das vorliegende Buch gibt eine sehr gute vergleichende Übersicht über die Insektenstaaten (Bienen, Ameisen, Termiten) nach der entwicklungsgeschichtlichen, morphologischen und biologischen Seite hin. Es wird darin versucht, das Wesen von Organisationen, die schon vor uns vorhanden waren und auch heute noch so wie früher neben uns bestehen, zu erklären. Das Verstehen soll insbesondere dadurch erleichtert werden, daß die einzelnen Staatsgruppen zunächst untereinander und dann auch etwas mit denen der Menschen verglichen werden. „Solche Vergleiche drängen sich natürlich immer wieder auf; man muß sich aber davor hüten, gewisse Analoga zu übertreiben." „Wir können die Feststellung von Ähnlichkeiten niemals als Lösungen der Probleme auffassen, sondern im besten Falle nur als das Auffinden eines neuen Gleichnisses."

Der reiche Inhalt des neuen Goetsch'schen Buches, vielfach gespeist von eigener Forschung und Erfahrung, ist in folgende Hauptabschnitte gegliedert; 1. Einführung, 2. Vorstufen staatlichen Lebens, 3. Die Staaten der Bienen, Ameisen und Termiten, I. Aufbau der Staaten, A. Lebensraum und Körpergestaltung, B. Behausung und Ernährung, C. Sinnesleben und Umwelt, D. Freundschaft und Feindschaft; II. Lebensablauf der Staaten, A. Entstehen und Wachsen, B. Aufnahme der Tätigkeit (Erkundung des Geländes, Alarm usw.), C. Rhythmus der Arbeit (Ausbildung von Gruppen, Teilung der Arbeit usw.), D. Altern und Vergehen (Lebensdauer der Einzeltiere, Absterben der Staaten, Möglichkeit ewiger Dauer); 4. Schluß.

Von den Schlußbemerkungen seien folgende Sätze besonders hervorgehoben: „Wenn wir in einem solchen Staat nicht nur die Zusammenfügung und die Zusammenarbeit vieler Einzelwesen sehen, sondern einen Organismus höherer Ordnung. der hoch über einer einfachen Familiengemeinschaft steht, dann sind wir bei dem angelangt, was einem Insekten- und einem Menschenstaat wirklich gemeinsam ist. In beiden Fällen haben wir trotz eines dauernden Wechsels aller Individuen doch etwas Bleibendes, und der Zusammenschluß der Einzelwesen stellt mehr dar wie nur ihre Summe. Genau so wie ein Haufen Steine etwas anderes ist als ein Gewölbe, zu dem noch ‚Kraft' hinzugetreten ist, wie der Stoiker Hekaton sich einmal ausdrückt, um diesen Unterschied zu kennzeichnen und zu umschreiben." „Es besteht in der Tat zwischen den Staatsgebilden der Insekten und den Staaten der Menschen eine Ähnlichkeit; aber keinesfalls eine wesenhafte Verwandtschaft, so, daß wir das eine vom andern ableiten können. Es entsteht bei den Zusammenfassungen von Einzelwesen zu neuer Gemeinschaft immer wieder eine ‚Gleichheit', die doch auf ganz anderer Struktur beruht." „Die Formen des Lebens sind also keineswegs so mannigfaltig, wie man zunächst glauben mag; sie werden von der Natur oft wiederholt und erscheinen nur ähnlich, und man darf sich nicht durch äußere Ähnlichkeit verleiten lassen, sofort eine innere wesentliche Verwandtschaft oder gar eine kausale Beziehung daraus ableiten zu wollen." „Fassen wir den Staat nicht nur als eine Familiengemeinschaft auf, sondern als die bleibende, an einen bestimmten Ort gebundene Gemeinschaft mit allmählichem Wechsel aller Individuen, dann haben wir im Bienenstock und ebenso bei vielen Ameisen und Termiten ‚ewige Staaten' vor uns, die in ihrer inneren Struktur nicht den Keim des Untergangs in sich tragen; genau so wenig wie es bei biologisch gut aufgebauten

menschlichen Staat der Fall ist. Auch diese sind ja in bestimmten Lebensräumen verwurzelte Gemeinschaften, in welchen die Individuen werden und vergehen."

Das Goetsch'sche Buch ist eine sehr willkommene Erscheinung, gerade jetzt, wo die Erforschung der biologischen Grundlagen der Staatenbildung und des Staatenlebens immer weitere Kreise zu beschäftigen beginnt. K. E.

Thienemann, August, Leben und Umwelt. Bios, Abhandlungen zur theoretischen Biologie und ihrer Geschichte, sowie zur Philosophie der organischen Naturwissenschaften Bd. 12, 122 Seiten. Leipzig, Verlag von Johann Ambrosius Barth, 1941. Preis brosch. RM. 6,60.

Das vorliegende Buch enthält eine Reihe von Aufsätzen und Vorträgen, die bereits zu verschiedenen Zeiten an verschiedenen Orten veröffentlicht sind. Es wollte dem Verfasser, wie er im Vorwort schreibt, zuerst nicht recht in den Sinn, einer Anregung des Herausgebers der Bios-Sammlung zu folgen und gleichsam „Gesammelte Werke" zusammenzustellen. „Aber die Überzeugung, daß Gedanken, wie sie hier zum Ausdruck kommen, sich immer mehr in allen Gebieten unseres Geisteslebens durchsetzen, und daß diese Art der Naturauffassung zur Zeit geboten und in die Zukunft weisend ist, siegte über meine Bedenken." „Die Hervorhebung der ganzheitlichen Züge im Naturgeschehen, aus denen auch das Einzelne erst verständlich wird, und die uns die Welt als Ordnung und Ganzheit, als Kosmos, schauen läßt, ist ‚Befehl der Zeit'."

Wir begrüßen es sehr, daß Thienemann die anfänglichen Bedenken überwunden und sich zur Herausgabe der „gesammelten Werke" entschlossen hat. Wenn auch jeder der sieben Abschnitte vollständig unabhängig voneinander entstanden und daher auch für sich allein ohne Zusammenhang mit den übrigen verständlich ist, so ergibt das Ganze doch weit mehr als eine bloße Aneinanderreihung. Es bildet vielmehr eine ausgezeichnete einheitlich wirkende Einführung in die Wissenschaft der Biozönotik, Ökologie und Ganzheitsforschung, durch welche auch denjenigen, die heute noch abseits stehen — und es gibt deren noch eine ganze Reihe —, mit zwingender Logik die Augen darüber geöffnet werden, daß es sich hier nicht um moderne Schlagworte handelt, sondern daß auf diesem Wege eine weit tiefere Schau in das Wesen unserer belebten Umwelt und überhaupt in das, was wir Leben nennen, gewonnen werden kann, als durch die bis ins kleinste gehende anatomische und physiologische Zergliederung eines Einzeltieres. Die Wissenschaft der Biozönotik usw. ist die gesunde Reaktion auf das unfruchtbare Spezialistentum, das sich in den letzten Dezennien so breit gemacht hat. Der Verfasser hat sein Buch Karl Friederichs gewidmet, auf dessen Gedankengänge auch so häufig Bezug genommen wird. K. E.

Zander, Enoch, Zucht der Biene. 5. Aufl., 225 Seiten, 181 Abb. Preis geb. RM. 5,50.

— — Pollengestaltung und Herkunftsbestimmung bei Blütenhonig. Mit besonderer Berücksichtigung eines über 5000 Jahre alten ägyptischen Honigs. Bd. III (Ergänzungsband), 240 Seiten, 4 Tabellen und 185 Abbildungen im Text (616 Einzelbilder). Leipzig, Verlag Liedloff, Loth u. Michaelis, 1941. Preis RM, 5,50.

Schon wenige Jahre nach Erscheinen der 4. Auflage der „Zucht der Biene" (1937) ist wieder eine neue Auflage notwendig geworden, ein Zeichen für die Beliebtheit des für Imker grundlegenden Buches. Besondere Sorgfalt ist dem 3. Abschnitt „Pflege des Gesamtvolkes" usw. gewidmet, der auch etwas vermehrt wurde, da die Bienenpflege die unerläßliche Grundlage für die stark geförderten züchterischen Bestrebungen ist und bleibt. Der 4. Abschnitt ist den Richtlinien der Reichsfachgruppe Imker weiter angepaßt, auch

ihre jüngsten Sprachgebrauchsregeln wurden beachtet, wenn dem Verfasser auch manche nicht besonders glücklich erscheint. Der 5. Auflage wird wohl bald eine 6. folgen.

Die zweite der oben genannten Zanderschen Schriften bildet den Abschluß der mühsamen und über viele Jahre sich erstreckenden Pollenuntersuchungen zum Zweck der Herkunftsbestimmung des Honigs (Bd. I, 1935, 343 Seiten mit 91 Textabbildungen und 80 Tafeln; Bd. II, 1937, 122 Seiten mit 48 Tafeln). „Den äußeren Anstoß zur erneuten Beschäftigung mit diesem Gegenstand gaben Präparate, die von den Resten eines um 1350 v. Chr. einer ägyptischen Mumie beigegebenen Honigs stammen. Um die Pollen von diesem interessantesten Fund (dem ersten dieser Art) bearbeiten zu können, bedurfte es weiterer Pollenstudien, die auch auf die Pollengestaltung ägyptischer Bienen- und Honigpflanzen ausgedehnt werden mußten. Dabei ergab sich eine so reiche Ernte an für die Honigpollenanalyse überhaupt wertvollen Befunden, daß ihre Darstellung weit über den von einer Zeitschrift faßbaren Umfang hinausgegangen wäre. So kam der vorliegende Ergänzungsband zustande. Er zerfällt in 2 Teile: I. Weitere Beiträge zur Pollengestaltung. II. Versuch der Pollenanalyse eines um 1350 v. Chr. einer ägyptischen Mumie in der Nähe von Theben beigegebenen Honigs.

Zander konnte bezüglich des „Mumienhonigs" feststellen, daß in ihm fast nichts von der Pollenformenwelt der Gegenwart vorhanden ist. Die letzteren stammen vornehmlich aus landwirtschaftlicher Kleetracht, der Mumienhonig aus Baumtracht der Wild- und Gartenflora. „Obgleich man in der Auswertung dieser Befunde vorsichtig sein muß, könnte man, wenn man diese Unterschiede nicht als örtlich bedingt ansehen will, versucht sein, daraus den Schluß zu ziehen, daß sich die Flora und Weideverhältnisse der Bienen in Ägypten im Laufe der mehr als 3000 Jahre sehr wesentlich geändert haben muß. Zum mindesten darf man aber die Folgerung ziehen, daß die Gewächse, von denen die Bienen um 1350 v. Chr. den untersuchten Honig eintrugen, im heutigen Ägypten zwar noch vorkommen, aber offenbar an Verbreitung und Häufigkeit merklich eingebüßt haben." „So hat sich", schließt Zander seine neueste Studie, „die heutige pollenanalytische Arbeitsweise auch in diesem reichlich schwierigen Fall wieder voll und ganz bewährt, vielleicht das erfreuliche Ergebnis meiner Mühe, womit ich endgültig meine Pollenstudien beschließe". K. E.

Escherich, Karl, Die Forstinsekten Mitteleuropas. 5. Bd., Lieferung 3, S. 417—576, 166 Abb. Berlin, Verlag Paul Parey, 1941. Preis RM. 13,—.

Nach kurzer Besprechung der *Cleptidae* und *Chrysididae* (Goldwespen), der *Scoliidae* (Dolchwespen) und *Tiphiidae* (Rollwespen) und der *Mutillidae* (Spinnenameisen), kommt Escherich in diesem Heft zur Besprechung der *Formicidae* (Ameisen). Auf 50 Seiten hat der Verfasser hier eine Synthese unserer Kenntnisse der Ameisen gegeben, wie wir sie nicht leicht in dieser prägnanten Kürze und Klarheit in der Literatur bislang finden werden, wobei der Bestimmung dieses Buches entsprechend der Besprechung der forstwirtschaftlichen Bedeutung der Ameisen und ihrer schädlichen Tätigkeit der breiteste Raum gewährt ist. Im Anschluß daran werden noch die *Sphegidae* (Grabwespen) und der *Pompilidae* (Wegwespen) behandelt. Mit der Anführung der *Vespidae* (Falterwespen oder echte Wespen) und der *Apidae* (Blumenwespen oder Bienen) beendet Escherich dann die Behandlung der Hymenopteren. Die letzten 70 Seiten dieser Lieferung sind dem Beginn der Besprechung der Zweiflügler (*Dipteren*) gewidmet. Nach der allgemeinen Einleitung, in der die Morphologie und systematische Einteilung dieser Insektenordnung besprochen sind, wird mit der Behandlung der 1. Unterordnung der *Orthorhapha* begonnen. Die erste Gruppe *Orthorhapha Nematocera* (Mücken) wird mit den Familien der *Mycetophilidae* (Pilzmücken), der *Bibionidae* (Haarmücken) entsprechend ihrer forstlichen Bedeutung kürzer behandelt. Eine ausführliche Darstellung dagegen finden die *Cecidomyidae* (Gallmücken), deren forstliche Bedeutung ja auch eine größere ist. Escherich formt die Besprechung wieder nach der Artzugehörigkeit der Befallpflanzen, er bespricht die

Cecidomyiden an Laubholzpflanzen, wobei er mit den an der Weide vorkommenden Gallmücken den Anfang macht. Auch hier ist die Einteilung wieder ganz unmißverständlich, indem die Arten die Mißbildungen an den Sproßspitzen (*Rhabdophaga terminalis* H. Löw., *R. heterobia* H. Löw., *Rh. rosaria* H. Löw., den Arten gegenübergestellt werden, die Mißbildungen an den Sproßachse (*Helicomyia saliciperda* Duf., *Rhabdophaga salicis* Schrk.) und denjenigen, die Mißbildungen an den Blättern verursachen (*Dasyneura marginemtorquens* Winn.) gegenübergestellt werden. Darnach finden die Gallmücken Aufzählung, die an Pappel, Esche (*Dasyneura fraxinea* Kieff.) und an Buche parasitieren. Bei letzteren werden den Knospengallen (*Contarinia fagi* Rübs. und *Dasyneura fagicola* Barnes) die Blattgallen (*Mikiola fagi* Htg.) gegenübergestellt. Mit der Besprechung der Gallmücken an Eichen (*Dryomyia circinnans* Gir. und *Arnoldia cerris* Koll.) und an Birke (*Oligotrophus betulae* Winn.) findet die Behandlung der Gallmücken an Laubholz ihren Abschluß. Von den Gallmücken an Nadelhölzern werden in dieser Lieferung noch besprochen die Gallmücken an der Kiefer (*Thecodiplosis brachyntera* Schwaegr., *Cecidomyia* (?) *baeri* Prell, *C. pini* Deg.) und an Fichte besprochen. Hier findet sich wieder die dem guten Verständnis dienende Unterabteilung nach der Art des Vorkommens, den Gallmücken an Trieben (*Dasyneura abietiperda* Hensch., *D. piceae* Hesch., *D. pini* Deg.) folgen diejenigen, die am Samen und an den Zapfen zu finden sind (*Plemeliella abietina* Seitn., *Kaltenbachia strobi* Winn., *Camptomyia strobi* Kieff.). Als Gallmücken der Tanne finden Berücksichtigung die Weißtannennadel-Gallmücke und *Resseliella piceae* Seitn. Die Gallmücken an Lärche werden mit der Besprechung der Lärchenknospen-Gallmücke *Dasyneura laricis* F. Lw. in dieser Lieferung noch begonnen. Auch die Ausstattung dieses Heftes ist dem Text ebenbürtig. H. W. Frickhinger

Weyer, F., und **Zumpt, F.,** Grundriß der medizinischen Entomologie. VIII u. 127 Seiten mit 63 Textfiguren. Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig. Preis RM. 7,50.

Der vorliegende Grundriß, zu dem Prof. P. Mühlens ein kurzes Geleitwort geschrieben hat, entstand auf den vielfach geäußerten Wunsch aus den Kreisen der Hörer in den vom Hamburger Tropeninstitut durchgeführten kolonialen Vorbereitungskursen. Er ist vor allem für den entomologisch interessierten Mediziner bestimmt, ihm eine kurze Grundlage über das so schwierige Gebiet der Insektenkunde (einschließlich der medizinisch wichtigsten Spinnentiere und anderen nicht zu den Insekten gehörenden Gliederfüßlern) zu geben. Es wird zunächst Bau, Entwicklung und Lebensweise, dann die Rolle der Gliederfüßler als Krankheitserreger und -überträger behandelt, dann die einzelnen human- und veterinärmedizinisch wichtigen Gliederfüßler und der Kampf gegen dieselben besprochen und endlich noch ein sehr begrüßenswertes Kapitel über entomologische Technik (Fang und Abtöten, Zuchtmethoden, anatomische Untersuchungsmethoden, Konservieren und Herrichten für eine Sammlung) gebracht. Der Text ist klar geschrieben, das Bildmaterial gut gewählt und die Ausstattung ausgezeichnet.

Das Büchlein wird den Feldärzten, den zukünftigen Kolonialärzten, sowie auch den Veterinärmedizinern ein sehr wertvoller Berater beim Studium der wichtigsten Krankheitsüberträger und bei deren Bekämpfung sein. K. E.

Ignatius, Arthur, Einführung in die Tropenkrankheiten mit besonderer Berücksichtigung der Krankheitsüberträger und Erreger. X u. 149 Seiten, mit 82 Skizzen im Text. Jena, Verlag von Gustav Fischer, 1941. Preis brosch. RM. 7,50, geb. RM. 9,—.

„Der Verfasser, als Kolonialdeutscher in den Tropen aufgewachsen, war nach guter wissenschaftlicher Schulung einige Jahre in West- und Südwestafrika und Westindien tätig und wird demnächst wieder in tropische Gebiete zurückkehren. So scheint er für

eine Einführung in die Tropenkrankheiten gut qualifiziert", so schreibt Prof. H. Dold, Freiburg, in seinem Geleitwort. Er geht bei der Behandlung der Krankheiten nicht von den klinischen Symptomen und Bildern aus, sondern von den Überträgern und Erregern, da ja sie es sind, mit denen der Tropenarzt zuerst Bekanntschaft machen muß. Nach einer kurzen, aber für die Praxis sehr wertvollen Einführung in die Lebensverhältnisse und zweckmäßige Lebensführung in den warmen Ländern werden die Überträger und Erreger unter Beifügung stark vereinfachter Skizzen anschaulich beschrieben und ihre Rolle bei der Entstehung der verschiedenen Krankheiten in prägnantester Form dargelegt. Allen — nicht nur Ärzten —, die in die Tropen gehen, sei dieses Buch warm empfohlen als ausgezeichneter Ratgeber für Vorbeugung und Erkennung der dort seine Gesundheit bedrohenden Einflüsse. K. E.

Horion, A., Faunistik der deutschen Käfer. Bd. I. *Adephaga — Caraboidea*, 462 Seiten mit 1 Bildnis. Krefeld, Hans Goeke Verlag, 1941. Preis RM. 14,—.

In der vorliegenden Faunistik sind im Gegensatz zu früheren Käferverzeichnissen (Zebe 1852, Schilsky 1909, Borchert 1938) nicht nur die Verbreitungsgebiete der einzelnen Käferarten in groben Umrissen, sondern die tatsächlichen Funde zusammengestellt, und zwar möglichst genau mit Jahres- und Mengenangaben. Das ungeheure Material, das mit Unterstützung zahlreicher Mitarbeiter und durch eingehendes Studium der großen Sammlungen und Museen zusammengetragen ist, kann als Ausgangspunkt für weitere Forschungen dienen, um die Gesetzmäßigkeiten der einzelnen Verbreitungstypen zu erkennen oder um die Ursachen des sich stetig verändernden Käferbestandes zu erforschen. Verfasser ist bei der Feststellung der Fundortsangaben äußerst kritisch vorgegangen, was als besonders anerkennend zu begrüßen ist. In der Nomenklatur hat er sich an Reitters Fauna Germanica gehalten; er tritt im übrigen für Heikertingers Kontinuitätsprinzip ein. Der erste Band ist dem genialen Vorstand der I. G. Farben, Dr. Carl Bosch gewidmet, der von Jugend auf leidenschaftlicher Käfersammler war und seine Begeisterung hierfür bis zu seinem Tode bewahrte trotz der ungeheuren Arbeitslast, die mit der Führung eines der größten Industriekonzerne der Welt verbunden ist. Horions „Faunistik der deutschen Käfer, ist für jeden, der sich ernsthaft mit dem Sammeln und dem Studium der Käfer beschäftigt, unentbehrlich. K. E.

Institut für Waldschutz der preußischen Versuchsanstalt für Waldwirtschaft, Eberswalde. Merkblätter Nr. 1—4, 1939—1941. Nr. 1: Probesuchen nach Eier der Forleule. Von F. Schwerdtfeger. Nr. 2: Unterscheidung bodenbewohnender Engerlinge. Von W. Subklew. Nr. 3: Probesuchen nach Konkons der Kiefernbuschhornblattwespe. Von W. Thalenhorst. Nr. 4: Probesuchen nach Eiern der Kiefernbuschhornblattwespe. Von W. Thalenhorst.

Die Merkblätter verfolgen den Zweck, dem Praktiker eine kurzgefaßte und möglichst einfache und klare Anleitung für die für die Bekämpfung der verschiedenen Schädlinge notwendigen Untersuchungen zu geben. Es wird der Zweck, die Zeit, die Art der Durchführung und die Auswertung der Ergebnisse (unter Beigabe von Formblättern) kurz umrissen; es werden Unterschiede von sich nahestehenden Arten (zur Vermeidung von Fehldiagnosen) angegeben usw. Die Eberswalder Merkblätter werden ausgezeichnete Dienste für die wichtige Handhabung der Schädlingsbekämpfung leisten und gehören in die Hand jedes forstlichen Praktikers, der mit der Abwehr von Schädlingen zu tun hat. Es ist zu wünschen, daß die Reihe der Merkblätter möglichst bald für alle wichtigen Forstschädlinge fortgesetzt wird. K. E.

Mitteilungen der Auskunftsstelle für Schädlingsbekämpfung im Institut für Landwirtschaftliche Zoologie, Universität Berlin. Berlin N 4, Invalidenstraße 42. Preis RM. 0,10 (bei 100 Stück 0,6, bei 1000 Stück 0,3).

Im Institut für Landwirtschaftliche Zoologie der Universität Berlin ist eine Auskunftsstelle (Leitung: Dr. W. Madel) und ein Laboratorium (Leitung: Dr. W. Seitz) für Schädlingsbekämpfung eingerichtet worden. Die Auskunftsstelle steht jedermann kostenlos zur Verfügung. Große Dienste bei der Auskunftserteilung leisten die von der Auskunftsstelle herausgegebenen „Mitteilungsblätter", auf denen die einzelnen Schädlinge und ihre Beschädigungen kurz und leichtverständlich dargestellt und erprobte Bekämpfungsmittel angegeben werden. Bis jetzt sind 14 derartige Blätter erschienen über: Hausbock, Pochkäfer, Ameisen, Teppichkäfer, Staubläuse, Bettwanze, Haus- und Küchenschabe, Pelzkäfer, Silberfischchen, Messingkäfer, Taubenzecke, Kleidermotten, Ratten und Kellerschnecken erschienen. Wie groß die Nachfrage nach diesen Mitteilungsblättern ist, geht daraus hervor, daß von vielen bereits eine 4. Auflage nötig geworden ist und in knapp $3^1/_2$ Jahren 60 000 Stück davon hergestellt werden mußten. Die Blätter sind auf bestem Papier gedruckt und je mit einer Anzahl guter Abbildungen versehen. (Siehe auch H. von Lengerken, Die Auskunftsstelle und das Laboratorium für Schädlingsbekämpfung im Institut für Landwirtschaftliche Zoologie der Universität Berlin. „Der Biologe" 10, 1941, Heft 7/8.) K. E.

Méhely von Kisapsa, L., Neue Wege der *Niphargus*-Forschung. Mit 5 Originaltafeln. 36 Textseiten ungarisch und deutsch. Jena, Kommissionsverlag von Gustav Fischer, 1941. Preis RM. 4,—.

Die taxonomische Wertung der verschiedenen *Niphargus*-Formen (Brunnenflohkrebse) ist zweifelsohne eines der schwierigsten systematischen Probleme. Schwierig ist die Aufgabe, weil die Zoologen über keinen einzigen Charakter des Niphargenleibes verfügen, der zur sicheren Unterscheidung einer systematischen Einheit hinreichen würde. Vielmehr sind sie stets auf einen ganzen Komplex der Merkmale angewiesen, die jedoch bei vielen anderen Formen wiederkehren und für das Festhalten einer Art nur in einer ganz bestimmten Kombination dienlich sind.

Nun kann der Verfasser mit Befriedigung berichten, daß es ihm im Laufe seiner Studien geglückt ist, eine Anzahl bisher unbekannter Merkmale (hauptsächlich an der Beborstung) zu entdecken, die ein präziseres Auseinanderhalten der *Niphargus*-Formen ermöglichen.

Daß die hier zu besprechenden Eigenschaften der Niphargen bis zur Zeit verborgen bleiben konnten, ist wohl dem Umstande zuzuschreiben, daß dieselben nur an vollkommen exakten mikroskopischen Präparaten wahrgenommen werden können, deren Anfertigung aber hohe Ansprüche stellt an die Kunstfertigkeit des Forschers. K. E.

Neue Literatur

Eingesandt von Januar bis Dezember 1941

Becker, G., Prüfung der vorbeugenden Wirkung von Holzschutzmitteln gegenüber Eiabgabe und Eientwicklung sowie als Berührungs- und Atmungsgift gegen Eilarven des Hausbockkäfers. Holz als Roh- und Werkstoff 1941, **4**.

Blunck, H., Krankheiten und Schädlinge von Raps und Rübsen. Forschungsdienst. Organ der deutschen Landwirtschaftswissenschaft 1941, Sonderheft 14.

— — Starkes Auftreten der Blattwespe *Caliroa annulipes* Kl. an Linden. Anzeiger für Schädlingskunde 1940, **16**.

Bovey, F., Un moyen de lutte efficace contre l'Anthonome d'hiver du poirier. Revue Horticole Suisse 1940.

Brauns, A., Zur Prognose von Nonnenvermehrungen. Mitt. Forstwirtschaft und Forstwissenschaft 1941.

Dauberschmidt, K., Zur Bekämpfung und Verhütung der Nadelholz-Insekten-Großschäden. Allg. Forst- und Jagdzeitung 1941, **117**.

Daxer, H., und **Stellwaag, F.,** Aktivierung geringer Mengen von Darmgiften durch Zusätze. Anzeiger für Schädlingskunde 1940, **16**.

Daxer, H., Über die Abhängigkeit der Spritzmittelschäden von Temperatur und Jahresablauf. Anzeiger für Schädlingskunde 1941, **17**.

Der märkische Naturschutz, Herausgegeben von H. Klose und H. Hedike. 1941, Heft 45 bis 47.

Eichler, W., Korrelationen in der Stammesentwicklung von Wirten und Parasiten. Zeitschr. für Parasitenkunde 1940, **12**.

— — Wirtsspezifität und stammesgeschichtliche Gleichläufigkeit (Fahrenholzsche Regel) bei Parasiten im allgemeinen und bei Mallophagen im besonderen. Zoolog. Anzeiger 1940, **132**.

— — Bemerkenswerte Unterschiede in der Verhaltensweise von Junglarven und Imagines bei *Phlugiola dahlemica* Wd. Eichl. (*Orthopt. Tettigoniid*). Zeitschr. für Tierpsychologie 1941, **4**.

— — Ektoparasiten bei Wirbeltieren. Der Biologe 1941, **10**.

Eidmann, H., Lehrbuch der Entomologie. 500 Seiten mit 366 Abbildungen. Berlin, Verlag Paul Parey, 1941. Preis geb. 24,— RM.

Eller, K., Bulgarien; Geheimnis der südlichen Landschaft. Hansische Hochschulzeitung 1941, **22**.

— — Versuch einer historischen und geographischen Analyse zur Rassen- und Artbildung. Zeitschr. für indukt. Abstammungslehre 1939, **57**.

Erdem Refik, Versuche über die Einwirkung von Berührungsgiften auf die Raupen des Kiefernprozessionsspinners als Grundlage zur Bekämpfung der Prozessionsspinner in der Türkei. Dissertation. Dresden 1940.

Ext, Tätigkeitsbericht des Pflanzenschutzamtes Kiel über das Rechnungsjahr 1940. Reichsnährstand, Landesbauernschaft Schleswig-Holstein.

Finnland, Suomen hyönteistieteellinen aikakauskirija. Annales Entomologici Fennici Bd. 6, Nr. 3/4 und Appendix. Helsinki 1940.

Flachs, K., Die Trauermücke *Neosciara solani* Winn. als Schädling an Champignonkulturen. Prakt. Bl. Pflanzenbau und Pflanzenschutz 1941/42, **19**.

Franz, J., Der grüne Schildkäfer, *Cassida viridis* L., als Schädling der Pfefferminze in Bayern. Anzeiger für Schädlingskunde 1941, **17**.

Frickhinger, H. W., Die Bekämpfung der Rübenblattwespe. Frankfurter Zeitung 1941, Nr. 78.

— — Maßnahmen des Pflanzenschutzes ohne Bienengefährdung. Anzeiger für Schädlingskunde 1941, **17**.

— — Erdbeerblütenstecher und Erdbeerstengelstecher. Anzeiger für Schädlingskunde 1941, **17**.

— — Neue Wege im Pflanzenschutz. Frankfurter Zeitung März 1941, Nr. 19.

— — Achtung auf den Kugelkäfer! Deutsche Lebensmittel-Rundschau 1941, Nr. 13.

— — Der Heuspanner, ein Schädling auf dem Kräuterboden der Apotheke. Süddeutsche Apotheker-Zeitung 1941, **81**.

— — Erfahrungen im Vogelschutz. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und Tiere 1941, **13**.

Friederichs, K., Prof. Karl Escherich zum 70. Geburtstag. Deutsche Allgemeine Zeitung 29. September 1941.

— — Wert, Sinn und Zweck und die Naturwissenschaft. Unsere Welt 1941, **33**, Heft 1 und 2.

— — Ontologie des Lebendigen. Bemerkungen zu Woltereccks gleichnamigen Werk. Ebenda Heft 7/8.

Frisch, K. v., Nervöse und hormonale Regelung des tierischen Farbwechsels. Sitzungsbericht Ges. Morphologie und Physiologie. München 1940.

— — Karl Escherich zum Siebzigsten Geburtstag am 18. September. Die Naturwissenschaften 1941, **29**.

Gäbler, H., Aus der Forschungsstelle für Nonnenbekämpfung der sächsischen forstlichen Versuchsanstalt Tharandt. Biologische Beobachtungen an Nonnenraupen. Allg. Forst- und Jagdzeitung 1940, **116**.

— — Die kleine Fichtenblattwespe *Lygaeonematus pini* Retz. (*Nematus abietinus* Chr.), ihre Prognose und die Aussichten für ihre Bekämpfung. Tharandter Forstl. Jahrbuch 1940, **91**.

— — Vermehrtes Auftreten von *Pachynematus scutellatus* Htg. Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1940, **66**.

Gaßner, L., Geheimrat Escherich 70 Jahre alt. Degesch-Auszüge 1941, **10**, Nr. 9.

Gößwald, K., Über den Einfluß von verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Lebensäußerungen der Ameisen. II. Über den Feuchtigkeitssinn ökologisch verschiedener Ameisenarten und seine Beziehungen zu Biotop, Wohn- und Lebensweise. Zeitschr. für wiss. Zoologie (A) 1941, **154**.

— — Beobachtungen über den Schutz eines Kiefernbestandes vor der Kiefernbuschhornblattwespe *Diprion* (*Lophyrus*) *pini* L. durch die rote Waldameise. Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen 1940, **72**.

— — Schutz der roten Waldameise. Naturschutz 1940, **21**.

— — Die Massenzucht von Königinnen der roten Waldameise im Laboratorium. Mitt. aus Forstwirtsch. und Forstwissenschaft 1940, S. 283—291.

— — Die Weiterentwicklung künstlicher Nester der roten Waldameise. Ebenda 1940, S. 292–329.

— — Über den Einfluß von verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Lebensäußerungen der Ameisen II. Zeitschr. für wiss. Zoologie (A) 1941, **154**, S. 247 bis 344.

— — Unterschiede im Jagdinstinkt bei den Waldameisenrassen. Forstw. Centralblatt 1941, **63**, S. 140–143.

— — Ist nun die rote Waldameise nützlich oder schädlich? Anzeiger für Schädlingskunde 1941, **17**, S. 1/2.

Goetsch, W., Staatengründung und Kastenbildung bei Termiten. Die Naturwissenschaft 1941, **29**.

Goetsch, W., und **Grüger, R.,** Die Pilze der Blattschneider-Ameisen und ihre Vernichtung. Ebenda 1940, **28**.

Götz, Br., Der Sexualduft als Bekämpfungsmittel gegen die Traubenwickler im Freiland. Wein und Rebe 1941, **23**.

— — Sexualduftstoffe als Lockmittel in der Schädlingsbekämpfung. Die Umschau 1940, **44**.

— — Embryonalentwicklung von *Polychrosis botrana*. Anzeiger für Schädlingskunde 1940, **16**.

Götz, Br., und **Maier, W.,** Schnellberater bei Krankheiten und Schädlingen an Obstgewächsen I. Kernobst, II. Steinobst, III. Beerenobst. (Kurzrezepte für den Gartenbau, herausgegeben von C. F. Rudloff, Heft 5—7.) Verlag Rud. Bechtold & Co. Wiesbaden und Eugen Ulmer, Stuttgart 1940. Preis je Heft 0,45 RM.

Hazelhoff, E. H., De Luchtvewersching van een Bijenkast gedurende den Zomer. Maandschrift voor Bijenteelt 1941, **44**.

Härdtl, H., Die „Hauche". (Zur Lebensweise der Raupe unseres Minzenbäres.) Natur und Heimat 1940, **11**.

— — Seidenspinnerkokons aus den Jahren 1870 und 1940. Anzeiger für Schädlingskunde 1941, **17**.

Henze, O., Katastrophaler Meisenrückgang 1939—1941. Deutsche Forstzeitung 1941 (22, Juni), **10**.

— — Neue Wege des Vogelschutzes im Obst- und Gartenbau. Flugblatt Nr. 10 der Staatlichen Vogelschutzwarte Garmisch. Vierte Auflage 1941.

Hölldobler. K., Die Ameisengrille (*Myrmecophila acervorum* Pz.) in Mainfranken. Entom. Zeitung 1941, **54**.

Hofmann, Chr., Karl Escherich und sein Werk. Holzhandelsblatt 1941, Nr. 74.

Holdhaus, K., Verschiedenartige Verbreitungsbilder unter den boreoalpinen Insekten Europas. Verh. VII. Intern. Kongreß f. Entomologie Weimar 1939.

— — Zur Tiergeographie. Mitt. Geogr. Ges. Wien 1940, **78**.

— — Die europäischen Koleopteren mit boreoalpiner Verbreitung. Annal. Naturhist. Museums in Wien 1939.

Horion, A., Faunistik der deutschen Käfer. Band I: Adephaga-Caraboidea. 463 Seiten. Mit einem Bildnis. Krefeld, Kommissionsverlag Hans Goecke, 1941.

Ignatius, A., Einführung in die Tropenkrankheiten mit besonderer Berücksichtigung der Krankheitsüberträger und Erreger. 142 Seiten mit 82 Skizzen im Text. Jena, Gust. Fischer, 1941. Preis brosch. 7,50 RM., geb. 9,— RM.

Insekta Matsumurana, Edited by S. Matsumura. **15**, 1—3. Sapporo, Japan 1940.

Jahn, E., Die Wirkung der dinitro-o-kresolhaltigen Kontaktgifte „K 4" und „Effusan" auf die Arthropoden der Kiefernkronen. Centralbl. für das ges. Forstwesen 1941, **67**.

Jancke, O., Die Wirtspflanzen des Springwurms (*Sparyanothis pilleriana*). Anzeiger für Schädlingskunde 1940, **16**.

— — Über Wirkungsart und Wirkungsbereich des Nirosan. Der Deutsche Weinbau 1941.

— — Bemerkungen zur Festsetzung der Spritztermine gegen den Wurm. Ebenda.

— — Der Gartenlaubkäfer (*Phyllopertha horticola* L.) als Rebschädling. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst 1941.

— — Versuche zur Maikäferbekämpfung. Prakt. Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz 1940/41, **18**.

— — Beiträge zur Kenntnis der Sackträgermotte *Coleophora hemerobiella* Sc. Die Gartenbauwissenschaft 1940, **15**.

— — Der Springwurm. Flugbl. Nr. 178 der Biologischen Reichsanstalt. Berlin 1941.

Jancke, O., und **Roesler, E.,** Beiträge zur Lebensweise der Traubenwickler (*Polychrosis botrana* Schiff. und *Clysia ambiguella* Hübn.). Das Weinland 1940.

Janecek, M., San José-Schildlausbeobachtungen in Oggau am Neusiedlersee während des Sommers 1940. Arb. physiol. und angew. Entomologie 1941, **8**.

Janisch, E., Die Nonne (*Lymantria monacha* L.). Biol. Reichsanstalt, Flugbl. Nr. 177, Februar 1941.

Juraschek, Fr. von, Denkmalpflege in Oberdonau. Linz a. d. Donau 1941.

Kangas, E., Beitrag zur Biologie und Gradation von *Diprion sertifer* Geoffr. (*Hym. Tenthredinidae*). Ann. Ent. Fennici 1941, **7**.

Kelle, A., Die primären Ursachen des „Ulmensterbens". (Ungarisch mit deutschem Auszug.) 39 Seiten mit 2 Tafeln. Sopron 1940.

Kemper, H., Die Spuren der Gesundheits- und Wohnungsschädlinge in ihrer Bedeutung für Schädlingskunde und Schädlingsbekämpfung. Beihefte der Zeitschrift für hygienische Zoologie Heft 1, 74 Seiten mit 71 Abbildungen. Verlag Duncker & Humblot 1941.

Kirchner, H. A., Versuche über den Einfluß der Winterkälte auf den Kornkäfer. Nachrichtenblatt Deutsch. Pflanzenschutzdienst 1940.

— — Versuche über den Einfluß der Futterverteilung und Fruchtbarkeit von *Carausius morosus*. Anzeiger für Schädlingskunde 1941, **17**.

Koller, G., Hormone. Sammlung Göschen Band 1141. Berlin, Walter de Gruyter & Co., 1941.

Konlechner, H., Über den Einfluß des Absetzenlassens von Traubenmost auf den Arsengehalt der Weine. Das Weinland 1940, Nr. 5.

Kotte, Walter, Krankheiten und Schädlinge im Obstbau und ihre Bekämpfung. Mit 193 Textabbildungen und 8 farbigen Tafeln. Berlin, Verlag Paul Parey. Preis geb. 16,— RM.

Kruel, W., Das Verlandungsgebiet des Denkerhäuser Teiches (Kreis Northeim i. Hannover), eine Darstellung seiner Biocoenosen unter Betonung faunistischer Verhältnisse. Niedersächsischer Heimatbund Hannover, Heft 22 der Schriftenreihe (162 Seiten, 2 Karten). Oldenburg i. O., Gerhard Stalling, 1940.

Künkele, Th., Die Rassen der Kiefern in der Pfalz. Mitt. der Pollichia 1940, **8**. Kaiserslautern.

Kunike, G., Der Kornkäfer und andere Getreideschädlinge. Biolog. Reichsanstalt Flugblatt Nr. 138 (Achte verb. Auflage) 1941.

— — Insekten als Holzschädlinge. Ebenda Flugblatt Nr. 143/44, 1941.

Lengerken, H. von, Die Auskunftsstelle und das Laboratorium für Schädlingsbekämpfung im Institut für Landwirtschaftliche Zoologie der Universität Berlin. Der Biologe 1941, **10**.

Lindner, E., Schmarotzerfliegen und -hymenopteren und ihre Wirte. Entom. Zeitung 1941, **54**, 277—280.

Lotze, R., Marais, Die Seele der weisen Ameisen. Der Biologe 1941, **10**. (Eine vernichtende Kritik dieses mit so großer Propaganda auf den deutschen Büchermarkt geworfenen Buches.)

Malenotti, E., Sacchetti aperti e sacchetti chiusi contro il „Verme" del Pesco. Atti Accad. Agricolt. Sc. e Lett. Verona 1940.

— — Note sulle fumigazioni cianidriche. Giorn. Agricolt. Domenica 1941.

— — Speranze e illusioni sulla lotta biologica contro i nemici delle piante. Almanacco Agrario Italiano 1941.

— — Pesco-pero e *Cydia molesta*. Giorn. Agricoltura Domenica 1940.

Mallach, N., Über Bau und Funktion der Cenchri am Tenthredinoidenthorax. Inauguraldissertation. Berlin 1936.

Matsumura, S., siehe Insekta Matsumurana.

Mehely von Kisapsa, L., Neue Wege der *Niphargus*-Forschung. 36 Seiten, 5 Tafeln. Ungarisch und Deutsch. Jena, Kommissionsverlag Gustav Fischer, 1941.

Mesnil, L., Essai sur les Tachinaires (Larvaevoridae). Monographies publiées par les stations et laboratoires de recherches agronomiques. Paris 1939.

Mitteilungen der Auskunftsstelle für Schädlingsbekämpfung im Institut für Landwirtschaftliche Zoologie, Universität Berlin 1940/41, Nr. 1—14.

Müller, H. J., Beiträge zur Biologie des Rapsglanzkäfers *Meligethes aeneus* F. Zeitschr. für Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz 1941, **57**.

Müller-Kögler, E., Beobachtungen über das Verpilzen von Forleulenraupen durch Empusa aulicae Reich. Zeitschr. für Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz 1941, **51**.

Neu, W., Die Anwendung von Mathematik in der land- und forstwirtschaftlichen Entomologie. Der Biologe 1941, **10**.

— — Beiträge zur Biologie des Feldmaikäfers (*Melolontha melolontha* L.). I. Die Schwärmbahnen des Feldmaikäfers. Zeitschr. für Morph. und Ökologie der Tiere 1941, **37**.

Neuheiten auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes. Herausgegeben von der Biologischen Reichsanstalt. Verantwortlicher Schriftleiter Hofrat Dr. Leopold Fulmek. **33**, Folge 6, **34**, 1—4. Wien 1941.

Olthof, H., Die vergleichende Physiologie der Notatmung und verwandter Erscheinungen. 173 Seiten. Groningen 1941.

Pape, H., Die Umbraeule (*Pyrrhina umbra* Hufn.) als Schädling am Gartenlöwenmaul. Nachrichtenblatt Deutsch. Pflanzenschutzdienst 1941.

— — Eigenartige Blattbeschädigungen bei Hortensien. Ebenda.

— — Tausendfuß-Schäden an Steckrüben. Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 1941, **51**.

— — Die Milbe *Avrosia translucens* Nietner als Erreger einer korksuchtartigen Erkrankung der Elatior-Begonien. Zentralbl. Bakt., Parasitenkunde und Infektionskrankheiten II. Abt., 1941, **103**.

Reitter, E., Die Geschichte des entomologischen Institutes und der Verlagsbuchhandlung Edmund Reitters Nachf. Emmerich Reitter in Troppau. Selbstverlag 1941.

Roark, E. C., Review of United States Patents to Pest Control. U. S. Dep. of Agr., Bureau of Entom. and Plant Quarantine. Div. Insekticide Investigations 1940, Vol. 13, Nr. 7 bis 9.

Schaerffenberg, B., Bestimmungsschlüssel der wichtigsten deutschen Scarabaeidenlarven. Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 1941, **51**.

— — Die Bedeutung des analen Borstenfeldes für die Fortbewegung des Maikäferengerlings (*Melolontha hippocastani* F.). Zool. Anz. 1941, **133**.

Schimitschek, E., Fragen des Forstschutzes im Südostraum und im nahen Osten. Der Biologe 1941, **10**.

— — Die Übervermehrung von *Diprion pini* L. im Westslowakischem Kieferngebiet. Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 1941, **51**.

— — Karl Escherich zum 70. Geburtstag. Forschungen und Fortschritte 1941, 17.

Schmidt, G., Gebräuchliche Namen von Schadinsekten in verschiedenen Ländern. Entomologische Beihefte aus Berlin-Dahlem 1939, **6** und 1940, **7**.

Schneider-Orelli, O., Die Schädlingsbekämpfung im Zeichen des schweizerischen Mehranbaues. Mitt. Schweiz. Entom. Ges. 1941, **18**.

Schulze, H., Über die Wirkungsweise von Holzschutzmitteln gegen Hausbock und Anobien. Mitt. Fachausschuß für Holzschutzfragen beim Verein deutscher Ingenieure und Deutschen Forstverein 1941, Heft **29**.

Schulze, Br., und **Becker, G.,** Larven von Mulm- und Rothalsbockkäfer zur Prüfung der insektentödenden Wirkung von Holzschutzmitteln. Holz als Roh- und Werkstoff 1941, **4**.

Schuurmans Stekhoven, J. H. jr., Betrachtungen über die Pflanzenälchen und deren Bedeutung für Landwirtschaft und Gartenbau. (Deutsche Übertragung von Dr. R. Menzel, Wädenswil.) Schweiz. landw. Monatshefte 1941, **19**.

Schwerdtfeger, F., Engerlingsbekämpfung. Jahresber. des Deutschen Forstvereins 1939.
— — Forstlich bedeutsame Vorträge des 7. Internationalen Kongresses für Entomologie. Forstarchiv 1941, **17.**
— — Bekämpfung und Prognose der Kiefernschonungs-Gespinstblattwespe *Acantholyda erythrocephala* L. Ebenda.
— — Vollumbruch als Maßnahme der Engerlingsbekämpfung. Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 1940, **50.**
— — Zur Kenntnis der Kiefernschonungsgespinstblattwespe (*Acantholyda erythrocephala* L.). Zeitschr. für angew. Entomologie 1941, **28.**
— — Über die Ursachen des Massenwechsels der Insekten. Ebenda.
— — Anleitung zum Probesuchen nach Kieferninsekten in der Bodendecke. Mit 27 teils farbigen Abbildungen auf 7 Tafeln zur Bestimmung der gefundenen Insekten. Zweite, neubearbeitete Auflage. Berlin, Verlag Paul Parey, 1941. Preis einzeln 1,35 RM. Bei Mehrbezug billiger.
— — Probesuchen nach Eiern der Forleule. Institut für Waldschutz 1941, Merkblatt Nr. 1.
— — Prof. Escherich zum 70. Geburtstag. Forstarchiv 1941, **17.**
Stadler, H., Über das Herrichten und Versenden von gezogenen Schmarotzerkerfen. Entom. Zeitung 1941, **55**, 5—8.
Staehelin, M., et **Bovey, P.,** La lutte contre le Carpocapse et la Tavelure des pommiers et poiriers, en Suisse romande. (Observations et essais effectués de 1933—1938.) Annuaire agric. de la Suisse 1940.
Staudenmayer, Th., Die Wasserstoffionenkonzentration der Insekten. Anzeiger f. Schädlingskunde 1940, **16.**
Stellwaag, F., Forschungsaufgaben des weinbaulichen Pflanzenschutzes. Der Deutsche Weinbau 1940.
— — Gedanken zur Schädlingsbekämpfung 1940. Ebenda 1940.
— — Die Einwirkung schwankender Freilandtemperaturen auf Insekten. Anzeiger für Schädlingskunde 1940, **16.**
— — Rebenschnittholz gesund und krank. Der Deutsche Weinbau. Mainz 1941.
— — Die Milbenkräuselkrankheit der Rebe. Biol. Reichsanstalt Flugblatt Nr. 102 (Dritte Auflage), 1941.
— — Der Heu- und Sauerwurm. Biol. Reichsanstalt Flugblatt Nr. 49 (Siebente Auflage), 1941.
— — K. Escherich zum 70. Geburtstag. Anz. f. Schädlingskunde 1941, **17.**
Stellwaag, F., und **Staudenmayer, Th.,** Wie wirkt Dinitro-orthokresol auf Insekten? Ein Beitrag zum Mechanismus der Giftwirkung. Anz. f. Schädlingskunde 1940, **16.**
Stritt, W., Beiträge zur Biologie der Blattwespen-Gattung *Pamphilius* Latr. *(Hym. Tenthr.).* Verhandl. Naturw. Verein Karlsruhe 1935, **31.**
— — Eine bisher unbekannte Blattwespenlarve (*Pamphilius neglectus* Zadd.). Mitt. der Entom. Ges. 1934, **5.**
— — Zwei weitere bisher unbekannte Larven der Blattwespengattung *Pamphilius* Latr. (*Hym. Tenthr.*). Deutsche Entom. Zeitschrift 1934.
— — Der Blattminierer *Fenusella glaucopis* Knw. (*Hym. Tenthr.*). Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 1936, **46.**
— — Die Wiederentdeckung der Blattwespe *Pontania purpurea* Cam. Arb. morph. u. taxonom. Ent. Berlin-Dahlem 1938, **5.**
Subklew, W., Unterscheidung bodenbewohnender Engerlinge. Institut für Waldschutz, Merkblatt Nr. 3, 1941.
Thalenhorst, W., Zur Prognose des Schadauftretens der Kiefernbuschhornblattwespe (*Diprion pini* L.). Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen 1941, **73**, 201—247.
— — Die Temperatur- und Entwicklungsfunktion von *Microcryptus basizonius* Grav. (*Hym. Ichn.*). Anzeiger für Schädlingskunde 1941, **17.**

Thalenhorst, W., Probesuchen nach den Eiern der Kiefernblattwespe. Institut für Waldschutz, Merkblatt Nr. 4, 1941.

— — Probesuchen nach Kokons der Kiefernbuschhornblattwespe. Institut für Waldschutz Merkblatt Nr. 2, 1941.

— — Das Schadauftreten der Kiefernbuschhornblattwespe in Norddeutschland 1939/40. Prognose und Verlauf der Massenvermehrung. Vortrag gehalten auf der Tagung der Gruppe Preußen-Mark Brandenburg des Deutschen Forstvereins 1941 in Fürstenwalde/Spree.

Thienemann, Aug., Leben und Umwelt. Bios Band 12. Leipzig, Verlag Johann Ambrosius Barth, 1941. Preis brosch. 6,60 RM.

Törne, H. von, Die Eiablage des Lankärtchens (*Araschnia levana* L.) und etwas über die Lichtempfindlichkeit. Entom. Zeitschr. 1941, **55**, Nr. 11.

Törne, H. von, Der Einfluß des farbigen Lichtes auf die Entwicklung und Aktivität des Kornkäfers *Calandra granaris* L. Zeitschr. hygien. Zool. und Schädlingsbekämpfung 1941.

Vanselow, Prof. Escherich 70 Jahre alt. Der Deutsche Forstwirt 1941, **23**.

Voboril, F., Seltene Schädlinge des heimischen Obstbaus. 1.—3. Folge. Deutscher Obstbau Ausgabe B, 1940.

Weidner, H., Die *Anoplura (Siphunculata)* oder Läuse Nordwestdeutschlands. Verh. Ver. naturw. Heimatforsch. Hamburg 1940, **28**.

— — Die *Hetrodinae* des Hamburgischen Zoologischen Museums. Zool. Anzeiger 1941, **134**.

— — Volkskundliches von Insekten, Spinnen, Tausendfüßern und Krebsen aus dem bayerischen Vogtland und dem östlichen Frankenwald. Sudhoffs Arch. Gesch. Medizin und Naturwissenschaften 1941, **33**.

Weyer, E., und **Zumpt, E.,** Grundriß der Medizinischen Entomologie. 127 Seiten mit 63 Abbildungen im Text. Leipzig, Verlag Johann Ambrosius Barth, 1941. Preis brosch. 7,50 RM.

Winning, E. von, Zur Biologie von *Phthorimaea operculella* Zell. als Kartoffelschädling. Arb. phys. und angew. Entom. Berlin-Dahlem 1941, **8**.

Wolff, M., Grundzüge der Hausbockbekämpfung. Zentralbl. Bauverwaltung, ver. mit Zeitschr. für Bauwesen 1941, **61**.

Wolff, M., und **Jenss, O.,** Zur *Megastigmus*-Frage. Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen 1941, **73**, 113—136.

Zacher, Fr., Über Fleischfliegen und andere Insekten in frischem Fleisch. Mitt. Ges. Vorratsschutz 1941, **17**.

— — Geh. Rat Prof. Dr. Karl Escherich. Mitt. Ges. Vorratsschutz 1941, **17**.

Zander, E., Handbuch der Bienenkunde. Band V. Die Zucht der Biene. 5., neubearbeitete Auflage. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer, 1941.

Zillig, H., Rebschädlingsbekämpfung in jahreszeitlicher Reihenfolge. Biolog. Reichsanstalt Flugblatt Nr. 88 (3. Auflage) 1941.

— — Die wirtschaftliche Bedeutung des Rebschutzes in Deutschland. Mitt. Biol. Reichsanstalt 1941, Heft 62.

Zweigelt, F., Biologische und physiologische Untersuchungen über den Traubenwickler. Das Weinland 1940, Nr. 8.

— — Hofrat Linsbauer 70 Jahre alt. Die Gartenbauwissenschaft **14**.

Autorenregister

A

Achundow 38, 58.
Adolph 5.
Aldrich 234.
Alexandrov 521 ff., 548.
Alpatov 58, 276, 298.
Alpatov und Arnoldi 120.
Alt 508 ff., 518.
Altum 255, 298, 324, 334, 458.
Ambros 243.
Ancey 363, 364, 365.
D'Ancona 257, 298.
André 73, 120.
Anonymus 458.
Apstein 237.
Armbruster 578.
Arnaud 644.
Ass und Funtikow 157 ff., 179.
Aubé 392.
Augath 126.
Aullo Costilla 151, 155.

B

Babiy 409.
Bacot 258, 298.
Baer 257, 298.
Balás, von 409, 411.
Barbey 334.
Bargmann 386.
Barnes 401, 406.
Barthe 392 ff., 396.
Batemann 535, 548.
Becker 443.
Becker, W. B. 386.
Becker, Bezzi, Kertész, Stein 357.
Beilstein 538.
Beilstein, Prager, Jakobson 548.
Berge-Rebel 357.
Berwig 281 ff., 298.
Berwig und Lehner 438.
Bignell 120.
Bilski 5, 54, 58.
Bingham 65, 120.
Bischoff 112.
Bittel 322.
Blaschke 329, 334.
Blomeyer 449, 458.
Blunck 138, 255, 262, 298, 431, 432, 439 ff., 458, 459, 642, 644.
Boas 439, 459.
Bock 584.
Bock und Pigorini 609.
Bodenheimer 5, 58, 258 ff., 298, 299, 305, 322, 438.
Böhme-Rabes 478.
Böhmel 569, 570.
Börner 194 ff., 255, 299.
Bolle 438, 592 ff., 609.
Bondroit 120.
Borcea 386.
Borodin 402, 414.
Borstell, v. 126.
Bosch, Karl 650.
Boschulte 508, 509, 518.
Brandes 510, 518.
Brandrup 444, 459.
Brandt 275, 299, 457, 459.
Brauer und Bergenstamm 357.
Braun, Rudolf 373 ff.
Bredenkamp 519 ff.
Brehm 357.
Breider 194 ff.
Breider und Husfeld 210.
Bremer 5, 31, 58, 285, 294, 299.
Brightwell 546, 548.
Brizschev 178.
Brun 121.
Buchanan-White 121.
Buchmann 534, 548.
Buchner 217, 220, 228.
Buddenbrock und v. Rohr 521, 534, 548.
Büsgen 203.
Buhr 205.
Burke 151, 155.
Buysson, du 510.

C

Chapman 5, 17 ff., 58.
Chapman und Wang 58.
Christ 121.
Christiansen-Weniger 304, 321, 322.
Christophers 40, 41, 58.
Cieslar 313.
Claricini, v. 587, 592, 609.
Cotton und Good 475.
Crawford 403, 414.
Cremeri, Carlo 585.
Crew und Mirskaia 54, 58.
Cronberger 554, 570.
Curtis 65.
Czegley 593, 609.

D

Dalla Torre 121, 357, 400, 402, 414.
Darup 126.
Darwin 102.
Deegener 228.
De Gaulle 401, 402, 414.
De Geer 83, 121.
de Lattin 242, 253.
Depdolla 228.
Dewitz 534, 548.
Diakonoff 468, 470, 475.
Dieck 395.
Dingler 155, 441, 459.
Disqué 466.
Dittrich, Anton 595.
Dittrich, Johann 595, 601.
Donisthorpe 65, 121.
Dotterweich 278, 295, 299.
du Buysson 510.
Dzierzon 85.

E

Ebrard 121.
Eckstein, F. 299, 446 ff., 459, 569, 570.
Eckstein, K. 77, 121, 274, 299, 332, 334, 357, 376, 386, 438, 475.
Eggers 392 ff., 396.
Eichhoff 376, 386, 388 ff., 396.
Eidmann 58, 74, 121, 243, 253, 258 ff., 299, 327, 334, 535, 548.
Elton 54, 58.
Emery 65 ff., 121.
Empedokles 2.
Engel, E. O. 151.
Engel, H. 274 ff., 299, 644.
Enslin 415.
Erdmann 511.

Ermolajew und Wassiljev 324, 334.
Ernstberger 585, 609.
Escherich 112, 121, 126, 143, 155, 172, 179, 180, 183ff., 229, 243, 244, 253, 254ff., 299, 300, 334, 357, 358, 368, 371, 376, 386, 425, 438, 533, 548, 648.
Evenius 608, 609.
Ewert 126, 151.
Ext 444, 449, 459.

F

Fabrizius 121.
Fahringer 335ff., 357.
Farren-White 121.
Feddersen 459.
Feddersen und Altum 459.
Fenger 69, 121.
Ferrari 392, 394, 396.
Ferrière 402, 415.
Fink 445, 459.
Finke 329, 334.
Flügge 608, 609.
Flury 536, 548.
Foerster siehe Förster.
Förster bzw. Foerster 74ff., 121, 400, 401, 409, 414.
Förster, Friedrich 585, 609.
Forel 65ff., 121, 243, 253.
Formánek 396.
Fraas 591ff., 609.
Fraenkel und v. Herford 534, 548.
Frank 442ff., 459.
Franklin, Benjamin 2.
Frickhinger 180, 193, 603, 609.
Friederichs 255ff., 300, 647.
Frisch, von 554.
Fulmek 462.
Funtikow 157ff.

G

Gäbler 284, 300.
Gäumann 202.
Gahan 403, 414.
Gahan und Fagan 404, 414.
Gatenby 220, 228.
Gaulle, De 401, 414.
Gause 4, 58.
Gause und Alpatov 3, 58.
Gauß 10.
Genßler 442, 443, 459.
Geoffroi 74.
Gibert 518.
Girard 65, 121.
Girault 399, 400, 414.
Goebel, Margot 556.
Görnitz 569, 570, 631.
Gößwald 62ff., 122, 242, 243, 253, 290, 295, 300, 532, 548, 560, 570, 614ff., 644.
Goetsch 5, 58, 646.
Götz 553, 570.
Gohren 610.
Gould 122.
Gradmann 300.
Graetz 536, 548.
Granowsky 533, 548.
Grassi 59.
Gray 58.
Greenleaf 58.
Groß, J. 228.
Gussiev 172, 179.

H

Haberlandt 597, 600.
Haberlandt und Verson 610.
Haberler, Elisabeth 416.
Habermehl 150.
Härdtl 584ff., 610.
Hagedorn 392ff.
Hagens, von 76, 122.
Haldane 54, 59.
Hallwich 585, 591, 610.
Handlirsch 357.
Hanna 213, 228.
Hansen, Hellén, Jansson usw. 365.
Hanson und Ferris 59.
Harder 441ff., 459.
Harms 227, 228.
Hase, A. 357, 477ff., 550ff.
Hauptmann, G. 598, 610.
Heberdey 369.
Hecht 59.
Hegner 214, 220, 228.
Heidenhein 212.
Heikertinger 229ff.
Heimann 35, 59.
Heinemann, v. 334.
Heinricher 197.
Heintl, Ritter von 586, 590, 610.
Hellén 359, 365.
Hellmann 127.
Hendel 234.
Hengl 448, 459.
Herfs 562.
Hering 334, 468, 470, 475.
Heß-Beck 126, 155, 243, 253.
Heymons 357, 388ff., 396.
Hiltner 441, 459.
Himmer 583.
Hirschler 220, 228.
Hirst 510.
Hlawa 595, 610.
Hockenyos 534, 549.
Höfer 607, 610.
Hofmann, Chr. 54, 59, 274ff., 300, 324ff.
Hofmann, E. 334.
Hofmann, F. W. 591, 610.
Hohenbruck, Freih. v. 610.
Holdhaus 366ff., 371.
Holdhaus und Lindroth 371.
Holdhaus und Panzer 600, 610.
Holz 554, 570.
Hooven, v. d. 122.
Horion 650.
Horn 277, 278, 300.
Huber 122, 319, 322.
Hübner 466.
Hüsing und Ulrich 228.
Humann 160.
Hume 2.
Husfeld 210.

I

Ibrahim Kudusi 322.
Ignatius 649.
Isaakides 401, 406.
Ivanova 521ff., 549.

J

Jacquelin du Val 396.
Jahn, Else 366ff., 371.
Jancke 205, 403, 415.
Janisch 5, 59, 241ff., 253, 258ff., 300, 438, 621, 641, 644.
Joakimoff 126ff., 155.
Judeich-Nitsche 125, 155, 255, 300, 438, 455, 459.
Jurine 122.
Just 275, 278, 300.

K

Kahlich 386.
Kalina v. Jäthenstein 585ff., 610.
Kalmus 59.
Kangas 359ff., 365.
Karawajew 65, 76, 122.
Karny 239.
Kaysing 441ff., 459.
Keen 386.
Kemény 592.
Kemper 181, 507ff., 518, 562.
Kemper und Reichmuth 507.
Kieffer 337, 357, 358.
Kirchner 402, 414.
Kirschbaum 75.
Kiritschenko 158.
Klein 539, 549, 607, 610.
Kleine 171, 172, 178, 179, 391ff., 396
Kneifel 598, 610.
Knoche 274, 301.

Knotek 392.
Koblmüller 59.
Köpen 306.
Kofler und Steidl 555.
Koller 182.
Komárek 506.
Komárek und Breindl 501.
Kornfeld 443, 460.
Korotněv 392, 396, 397.
Kotte 181.
Kozhantschikow 261, 301.
Krauße 76, 122, 150.
Kroeber 555, 570.
Krogerus 359ff., 565.
Krogh 534, 535, 549.
Krüger 534, 549.
Kryger 357.
Kudieka 600, 607, 610.
Kudusi, Ibrahim 322.
Kühnelt 320, 323, 520ff., 549.
Kürschner 586ff., 610, 611.
Kupka 150.
Kurdjumov 398, 400ff., 414.

L

Lakon 614, 644.
Laboulbène 400, 414.
Lacordaire 392, 394, 397.
Lehmensieck und Liebers 475.
Lindau 357.
Lamarck 65, 122.
Lampert 334.
Lange 607, 611.
Langer 606, 611.
Laske 449.
Latreille 65, 74, 122.
Lattin, de 242, 253.
Lepeletier de Saint-Fargeau 122.
Lengerken 651.
Lepesne 529, 534, 549.
Levinsohn 555.
Liebich 590ff., 611.
Lindner 357.
Linné 73, 74, 123, 236, 466, 469.
Linsbauer 386.
Lohwag 382, 383, 386.
Lomnicki 123.
Losana 73ff., 123.
Lotka 3, 59.
Lubbock 123.
Ludwig 3. 5, 59.
Luigioni 392ff., 397.

M

MacGregor 19. 44, 49, 59.
Maclagan 53, 59.
Madaus 555, 570.
Madel 651.
Maidl 409.
Malenotti 416ff.
Mally 534.
Maloeuf 536.
Malthus 2.
Mann, Margaret 274, 301.
Manninger 412.
Marchal 438.
Marcus 279, 301.
Marshall 357.
Marshall und Staley 6, 59.
Martini 2, 5ff., 56, 488ff.
Maschke 594ff., 611.
Masera 614, 644.
Mathlein 469.
Mauve 447, 460.
Mayer, J. F. 457, 460.
Mayr 75, 76, 123, 357, 358.
Mehl 475.
Méhely v. Kisapsa 651.
Mehler 589, 611.
Meier, N. F. 158.
Meigen 234.
Meinert 123.
Metz 508, 511.
Metzger 130.
Meyer, E., 279ff., 301.
Meyer-Bahlburg 440ff, 460.
Meyer-Dür 75, 123.
Meyer-Hermann 441, 442, 460.
Mich 605, 611.
Michal 15, 28.
Mollison 228.
Morozov 521ff., 549.
Morris 401, 406.
Moskwin 511.
Mühl 392, 396, 397.
Mühlens 651.
Müller, Ad. 554, 570.
Müller, H. 123.
Müller K. H. 508.
Müller-Böhme 554, 570.
Müller-Kögler 613ff., 645.
Mulsant 443, 460.
Mysslowsky 441, 460.

N

Nassonow 123.
Nees 399ff., 414.
Neuhäuser 305, 323.
Nicholson 264, 294, 301.
Nikoljskaja 402, 415.
Nissen 555, 570.
N. N. 570.
Nördlinger 441ff., 460.
Nüßlin 357.
Nüßlin-Rhumbler 126, 438.
Nylander 75, 123.

O

Oekland 242.
Oessenich 584, 611.
Olivier 74, 123.
O'Kane und Glover 533, 549.
Orest 386.
Ormerod 450, 460.
Orsenico Giuseppe 197, 204.
Otto, R. 302.
Oudemans 126, 150, 156.

P

Paillot 614, 645.
Panzer 123, 401, 414.
Parfitt 123.
Park 53, 59.
Paulcke 228.
Pawlowski und Stein 511.
Pearl 1, 3ff., 60.
Pearl und Reed 3, 60.
Pearl und Parker 60.
Penecke 367.
Petri 205.
Peyrimhoff 392, 394.
Pfeffer 388ff.
Pierce 258, 301, 438.
Pierce und Metcalfe 467ff., 475.
Pietsch, F. J. 588, 589, 611.
Pilat 536, 549.
Pjatnitzkij 395, 396.
Plagge 278, 301.
Plantikow 126.
Plieninger 441ff., 460.
Ploch 242, 253.
Poeteren, van 441.
Porta 392ff., 397.
Poulsson 530, 549.
Prosorov 178.
Prozorov 126, 151, 156, 178.

R

Rabenhorst 357.
Radde 323.
Rammer 28, 54, 60.
Rangheri 585ff., 611.
Ranert 591, 611.
Ratzeburg 118, 123, 243, 253, 255, 301, 324ff., 334, 351, 352, 358, 400ff., 414, 441ff., 460.
Reichmuth 514, 517.
Reinhard 400, 414.
Reiset 449. 457. 460.
Reitter 359, 365, 388ff., 397.
Reitter, Heydn und Weise 397.
Renner 203.
Ressel 600, 611.
Retzius 83.
Rhein 602, 607, 611.

Richards 60.
Rietschel 571.
Rimsky-Korsakow 157, 158, 179.
Ripper 602ff, 611.
Ritzema-Bos 442ff., 460.
Robertson 60.
Röhrl 294, 301.
Roericht 449, 460.
Rössler 466.
Roger 73ff., 123.
Rondani 400, 406, 414.
Rosenthaler 538, 549.
Rossi 123.
Rostrup und Thomsen 440ff., 460.
Roubaud 6, 7, 21, 60, 501.
Roubaud und Toumanoff 60.
Roubaud und Treillard 60.
Rugh 5, 54, 60.
Ruschka 355.
Ruschka und Fulmek 342ff., 357.
Ruszky 123.
Ryffius 555.

S

Sachtleben 274, 301, 401, 449, 460.
Saint Claire Deville 392ff., 397.
Sajo 134ff., 156.
Sattler 277, 279, 301.
Saunders 123.
Schäfer, W. 571ff.
Schaeffer 74.
Schaufuß 392ff., 397.
Schechner 447ff., 460.
Schedl 275, 301.
Scheidter 149, 376, 386.
Schellack 507.
Schenck 75, 77, 123.
Scherz 210.
Schestakov 172.
Schiff 605, 611.
Schilder 208, 508.
Schilsky 357.
Schimitschek 183, 185, 255, 301, 304ff., 323, 335ff., 367, 371, 373, 374, 386.
Schiner 357.
Schmalhausen 60.
Schmiedeknecht 171, 179, 357, 358.
Schmidt. Günther 182.
Schmidt, M. 439, 447, 461.
Schneider, F. 211ff., 228.
Schneider-Orelli 208, 209.
Schönwiese 283, 301.
Schouppé 598, 611.
Schramm 554, 570.
Schrank 123.
Schreibers, Ritter von 590, 612.
Schüffner 59.
Schulze, H. 276, 301.
Schwangart 438.
Schwarzlose 457, 461.
Schwerdtfeger 27, 54, 60, 125ff., 156, 181, 254ff., 301, 302, 334, 418, 461, 613, 631, 645, 650.
Schwippel 591, 612.
Scopoli 123.
Sedlaczek 387.
Seeliger 194.
Seiler 274, 302.
Seitner 368, 371, 387.
Seitz 651.
Seitz, A. 332, 334.
Semenov 396.
Semper 4, 5.
Senior-White 41, 60.
Shelford 438.
Sieber 445, 461.
Skwarra 112, 123, 243.
Smirnov 45, 53.
Smirnov und Polejaeff 5, 60, 276, 277, 302.
Smirnov und Wiolowitsch 5, 60, 276, 302.
Smith, F. 123.
Smith, H. S. 5, 60, 264ff., 302.
Smreczek 599, 612.
Sorauer 438.
Sorauer-Reh 358.
Sorauer und Hollrung 445, 446, 461.
Sorhagen 466, 475.
Soudek 123.
Spessivtseff 366, 372, 392, 396, 397.
Speyer 402, 415.
Spinola 401, 414.
Sprengel 546, 549.
Spuler 334, 358.
Ssilantjew 372.
Stäger 242, 253.
Stahl 202, 442ff., 458, 461.
Stahlberg 612.
Stakelberg 158.
Stamm 592, 612.
Statelow 274, 276, 302.
Staudinger 539.
Staudinger-Rebel 357.
Staudinger und Ruzicka 549.
Steer 592, 605, 612.
Stellwaag 257ff., 302, 466, 471, 476.
Steudell und Hoffmann 466.
Stieber 585ff., 612.
Stitz 65, 76, 124, 253.
Stockmann 359, 363.
Stöger 322.
Subklew 274ff., 302, 631, 650.
Sutherland 52.
Sweetman 614, 645.
Székessy 366, 372.
Szelényi, von 398.

T

Tabernaemontanus-Bauhinus 555, 570.
Tarnani 447, 461.
Taschenberg 438, 510.
Terrenzi 510.
Thomson 398, 400, 402, 414.
Tate und Vincent 7, 19ff., 60.
Thalenhorst 258ff., 302, 333, 334, 650.
Theobald 6.
Thiem 553, 570.
Thiem und Sy 553, 570.
Thienemann 646.
Thomas, H. E. 383, 387.
Thoms 555, 570.
Tischler 530, 534, 549.
Titschak 35, 54, 60, 275, 302, 472, 476, 562, 569.
Tölg 335, 340, 356.
Tolunay 422ff.
Topi 208.
Trägårdh 150, 156, 360, 365.
Trappmann 530, 549, 553, 570.
Trédl 392ff., 397.
Troitzky 209.
Tullgren 443, 461.

U

Ulatowski 447, 461.
Ulmann 1ff.
Umbach 523, 535, 549.

V

Valentinus 555, 570.
van Poeteren 441.
Verhulst 1, 16, 60.
Verworn 205.
Vetulani 54, 61.
Vibert 443, 461.
Vinogradow-Nikitin 311, 323.
Voelkel 277, 302.
Vogel, R. 440, 461.
Volterra 3, 30, 257, 266, 302.
Volterra und d'Ancona 61.
Voukassowitsch 628, 645.
Voûte 261, 302.

W

Wachtl 387.
Walker 399, 400, 414.

Warburg 357.
Wassiliew 366, 372.
Wasmann 67ff., 124, 243.
Weber, H. 292, 302, 509, 520, 549.
Wehmer 555, 570.
Weidling 12, 13ff., 61, 274, 276, 303.
Weigmann 448.
Weiß 466.
Wellenstein 74, 124.
Wesenberg-Lund 506.
Westwood 65, 124.
Wettstein 357.
Weyer 8, 22, 61, 224, 228.
Weyer und Zumpt 649.
Wheeler 65, 124.
Wichmann 388ff., 397.
Wigglesworth 520ff., 549.
Wilcoxon und Hartzell 534, 546, 549.
Wilde 334.
Willkomm 357.
Winkler 357, 392ff., 397.
Winogradow-Nikitin 323
Wolff und Krauße 279, 303, 332, 334, 337, 358.
Wollaston 391.
Woltereck 293, 303.
Woodhill 6, 61.

Y

Yung 5, 61.

Z

Zacher 466, 476, 521ff., 549.
Zakharov 529, 549.
Zander 647.
Zeller 438.
Zetterstedt 124.
Zimmermann, A. 461.
Zimmermann, H. 443ff., 461.
Zistler 322.
Zuelzer 507.
Zürn 454, 461.
Zumpt 494.
Zweigelt 194ff., 320, 323, 447ff., 461.
Zwölfer 5, 31, 61, 91, 261ff., 303, 325ff., 334, 425, 438, 520, 530, 549, 615, 620, 645.

Sachregister

A

abdominalis C. 172.
aberrans C. 151.
— Ex. 151, 155.
abietis C. 150.
— H. 127, 132, 173.
abrotani Eur. 354.
absinthium S. 203.
Acanthia salıatoria 172.
Acanthocinus 173.
— aedilis 173, 311.
— griseus 169.
Acanthoderes clavipes 363.
Acantholyda erytrocephala 125 ff., 156, 263, 302.
— hieroglyphica 125.
— nemoralis 125, 149, 152.
— pinivora 125.
— stellata 125.
Acherontia atropos 316, 317.
Acmaeodera adspersula 395.
Acronycta psi 337.
Aculeata 180.
acuminatus J. 172, 305 ff.
Adelphophagen 50.
adspersula Ac. 395.
Aëdes concolor 6.
— scutellaris 6.
aedilis Ac. 173, 311.
affinis Agr. 340.
— Chr. 317.
agama D. 316.
Agelastica 316.
Ageniaspis 220.
Agonum quadripunctatum 171.
Agria affinis 340.
Agrilus angustulus 313.
— cyaneus var. sulcicollis 313.
— ater 359 ff.
— — als Espenschädling in Finnland 359.
— hastulifer 317.
— mendax 364.
— olivicolor 317.
— viridis 364.
Agromyza 402.
Agrotis 451.
— segetum 536.
Aholcus dalmani 336.
albicans M. 339, 355.
albiceps S. 340.
albicinctus Ich. 333.
albida M. 319, 321.
albidum L. 390, 393.
albimanus Pl. 172.
albitarsis H. 172.
alboguttatus Aut. 341.
Allothrombium fuliginosum 356.
alpicola Ot. 367, 372.
alpina R. 313.
alternans P. 345.
ambigua M. 172.
Amblyteles crispatorius 333.
— — var. lichtensteini 333.
— fabricii 342.
— rufatorius 333.
— xanthius 333.
americana P. 534.
amica D. 340.
Amicroplus collaris 351.
amitinus J. 375.
Ammophila sabulosa 356.
amoena Rh. 171.
ampelophaga Th. 316.
anatolicus P. 306.
andresi L. 391.
— Phl. 391.
Andricus fecundator 316.
— panteli 316.
Angitia fenestralis 475.
angustatus C. 289
angustulus Agr. 313.
Anilastus ruficinctus 349.
Anisandrus dispar 315.
anisophiae M. 536.
anita M. 313.
Anopheles 501 ff.
— bifurcatus 502, 504.
— claviger 502.
— maculipennis 501 ff.
— — atroparvus 501, 502.
— — labranchiae 501.
— — elutus 501.
— — messeae 501 ff.
— — typicus 501 ff.
annulator Ich. 333.
Anobium fulvicorne 395.
— pertinax 351.
Anomalon biguttatum 333.

Anomalon capillosum 333.
annulipes H. 316.
Anopheles 20, 55.
Anthaxia 173ff.
— corynthia subsp. astarte 306, 320.
— funerula ssp. wagneri 395.
— quadripunctata 171ff.
Anthomyia 569.
anticecidogen (Galle) 196ff.
antilope X. 317.
antiqua O. 336.
Anthonomus pomorum 346.
Apanteles 350, 475.
— difficilis 352.
— glomeratus 220, 228.
— inclusus 352.
— melanoscelus 352.
— solitarius 352.
apfelbecki Cr. 305, 312.
Aphaenogaster subterraneus 85, 103.
Aphanistes ruficornis 349.
Aphidius flavipes 353.
— flavidens 353.
Aphilotrix seckendorffi 316.
Aphis rumicis 202.
Aphomia 482.
apicalis M. 172.
apiforme Tr. 521ff.
apiformis Tr. 363.
Apis mellifica 228.
Aploneura lentisci 316.
Aporia crataegi 302.
appendigaster Eur. 354.
aptera B. 316.
Aradus crenaticollia 172.
— laeviusculus 172.
aratrix S. 340.
arctica P. 345.
arcuatus Cl. 317.
Argas reflexus 507ff., 518.
— persicus 508.
Argynnis paphia 346.
Argyrophylax binoculata 340.
armaeus C. 400ff.
— T. 403.
armatus Phl. 317, 320.
Armillaria mellea 360, 383, 387.
arnoldi L. 391, 396.
arryndia B. 597.
artemisiae C. 402.
arundinis H. 416.
arvensis C. 150.
Aspergillus versicolor 621, 641.
Asphondylia cytisi 406.
— gennadii 401.
— miki 404, 406.
— ononidis 406.
— pruniperda 400, 406.
— ulicis 400.
asper M. 313.
Aspidiotus ostreiformis 464.
— perniciosus 464.
— piri 464.
Aspilota 350.
— nervosa 353.
Aspondylia genistae 345.
assimilis C. 415.
Asthenobiose 7.
atalanta P. 336.
atalantae Th. 344.
Atanycolus nigrator 365.
ater Agr. 359.
aterrimus H. 313.
Atractonema 339.
atropos Ach. 316, 317.
— S. 340.
aubei Phl. 317, 320.
Aulacaspis pentagona 602.
aulicae Ent. 338.
auricomus Ot. 367ff.
auricularia F. 356.
austenia Cl. 489.
Austenina 488ff.
autographus Dr. 171.
Automalus alboguttatus 341.
avellanae Er. 308, 315.
Aylax roggenhoferi 404, 409.
azaleae Ot. 367ff.

B

babadjanidis L. 391, 395.
bajulus H. 308ff.
Balaninus 315.
barbatus S. 166, 174, 312.
Barichneumon nigritarius 333.
bartschti L. 388ff.
Baryscapus 403.
bassiana Beauveria 536, 613ff., 644.
— Botrytis 338.
batis Th. 341.
Beauveria bassiana 536, 613ff., 644.
— densa 642.
berlesei Pr. 602.
berolinense El. 111.
betae Ph. 202.
betulae B. 345.
— S. 404, 411.
Bibio pomonae 172.
bicolor T. 313.
bidens P. 300.
bidentatus P. 172.
bifasciatus C. 316.
bifurcatus A. 502, 504.
biguttatum An. 333.
bimaculata Z. 340.
binoculata Arg. 340.
Biorrhiza 414.
— aptera 316.
— pallida 404, 413.
biorrhiza T. 404, 412.
bispinulus Cr. 360.
bisselliella T. 472, 476.
Blastophagus minor 171.
— pinipèrda 158ff.
Boarmia crepuscularia 334.
bombyciformis Eul. 355.

bombycis N. 338.
Bombyx arryndia 597.
— cynthia 597.
— mori 522 ff., 597.
— pernyi 597.
— Yama-maï 597.
bostrychoides X. 317.
Bostrychus capucinus 305 ff.
botrana P. 302.
Botrytis 317.
— bassiana 338.
boucheanus D. 478.
Brachyderes incanus 127.
Brachymeria euploeae 211 ff.
— — Eientwicklung und Eiresorption in den Ovarien des Puppenparasiten 211 ff.
brassicae D. 415.
— Perrisia 402.
— Pieris 316, 536, 554.
brassicariae P. 347.
brevicornis C. 401, 403.
— D. 401, 403.
— E. 403.
— G. 403.
— M. 305.
— T. 398 ff.
brevipalpis Gl. 491 ff.
brucei Tr. 498.
Bruchophagus gibbus 402 ff., 415.
bucephala Ph. 316.
Bufo vulgaris 356.
bulmerincqui T. 305, 313.
buoliana Ev. 127.
— var. thurificana Ev. 316.
Bupalus piniarius 299, 302, 324, 325 ff., 614.
Buprestis haemorrhoidalis 313.
— rustica 313.
buprestoides X. 170.
Byctiscus betulae 345.

C

Cacoecia murinana 373.
caespitum T. 91, 103.
Callidium 171.
— violaceum 169, 171.
Calocampa vetusta 351.
Calosoma 245.
— inquisitor 305.
— sycophanta 151, 305.
cambii D. 386.
campestris C. 305.
Camponotus 217, 220.
— herculeanus 73.
— ligniperdus 74.
— pennsylvanicus 83.
Campoplex 350.
— angustatus 289.
— rapax 349.
canescens J. 475.
capillosum An. 333.
capitata C. 416, 417.
Capnodis carbonaria 316.
— cariosa 320.
Capnodis tenebrionis 316, 320.
capucinus B. 305 ff.
capulifera P. 346.
carbonaria C. 316.
— L. 171.
Carcelia excisa 340.
— lucorum 340.
carcharias S. 359, 363.
carinatus C. 322.
cariosa C. 320.
carnaria S. 340.
carnea Or. 211, 226.
Carphoborus 322.
carpocapsae P. 336.
caryobori Euch. 213, 228.
Casinaria claviventris 349.
castaneum T. 166 ff.
Catagonia aberrans 151.
caudatula N. 475.
caudatum P. 59.
cautella Eph. 475.
cavus D. 475.
Cecidomyia artemisiae 402.
— salicina 400.
— sarothamni 401.
cecidomyiarum E. 399, 402.
— T. 402.
cembrae J. 374, 386.
Cephaleia abietis 150.
— arvensis 150.
Cerambyx cerdo 171.
— carinatus 322.
— nodicornis 317.
— scopolii 313, 316.
cerasi M. 416.
Ceratitis capitata 416, 417.
cerdo C. 171.
cerealella S. 475.
Ceromasia ferruginea 340.
Ceutorrhynchus assimilis 415.
Chaetostricha pretiosa 336.
chalceus Ot. 367 ff.
chalcographus P. 167 ff.
Chalicodoma 224.
Chariptera viridana 343.
chevrieri Sc. 317.
Chionaspis salicis 45, 302.
Chironomus 220.
Chiton 235.
Chlamydozoon prowazeki 338.
Chortophila trichodactyla 172.
Chremylus rubiginosus 475.
Chrysobothris affinis 317.
Chrysobothris igniventris 317.
chrysocomus Ot. 367 ff.
Chrysolampus solitarius 336.
Chrysomela oleracea 236.
chrysorrhoea Eupr. 308, 322, 341, 352.
Cicindela campestris 305.
— hybrida 305.
— soluta 305.
Cimbicidae 180.
cinerea S. 65.

cingulator H. 345.
cinnabarinus C. 365.
Cirrospilus armaeus 400ff.
— eurytus 402.
citrinus E. 407.
— G. 407.
— T. 403ff.
claviger A. 502.
clavipes Ac. 363.
— Rh. 317.
claviventris C. 349.
Cleonus punctiventris 536.
Clerus formicarius 166, 171, 305, 313.
cloacella T. 466ff., 475, 476.
Clytra quadripunctata 112, 123.
Clytus arcuatus 317.
— rhamni 313.
— varius 317.
cochylidella T. 475.
Coeloides abdominalis 172.
— scolyticidae 172.
cognatella Y. 344.
colchicum L. 391, 396.
collaris Am. 351.
collega E. 401.
complanata Pl. 305.
Compsilura concinnata 340.
concinnata C. 340.
concolor A. 6.
confusum Tr. 53.
congerens F. 73.
conglomerata C. 316.
conspersa P. 359.
Contarinia medicaginis 401.
— tritici 402, 414.
Coptoformica 65, 66.
— exsecta 65.
— suecia 65.
Coraebus bifasciatus 316.
Cordyceps militaris 338.
Corethra plumicornis 549.
coriaria C. 316.
cornix L. 602.
corsicum L. 388ff.
corsicus M. 305, 319.
corticalis Phl. 305.
corynthia subsp. astarte Anth, 306, 320.
crataegi Ap. 302.
Cratichneumon incubitor 333.
— incubitor var. punctus 333.
Cratotrechus larvarum 355.
crenaticollia Ar. 172.
crepuscularia B. 334.
Criocephalus 177.
— rusticus 166, 313.
crispatorius Ambl. 333.
— var. lichtensteini Ambl. 333.
„crowding" 1, 12ff.
Cryphalus bispinulus 360ff.
— piceae 374ff.
— subdepressus 305, 313.
cryptographus X. 360ff.
Crypturgus apfelbecki 305, 312.
Crypturgus cylindricollis 305, 312.
— numidicus var. abbreviatus 306, 320.
Crypus tarsioleucus 343.
Cucujus cinnabarinus 365.
Culex fatigans 7, 57.
— nigritulus 6.
— pipiens 6, 7, 13, 59.
— — autogenicus 1, 7ff.
— — — Die regulatorische Bedeutung der Bevölkerungsdichte für das natürliche Gleichgewicht einer Art 1ff.
— — pipiens 35.
cunicularia F. 73.
— S. 73.
cursor T. 169.
curvidens J. 305ff., 374ff.
curtula C. 364.
cyaneus var. sulcicollis Agr. 313.
Cydia molesta 417ff.
— pomonella 419.
cylindricollis Cr. 305, 312.
cylindriformis Pl. 317.
cyniphidum E. 402.
— G. 402, 403.
Cynipiden 180.
Cynips brevicornis 401, 403.
— conglomerata 316.
— coriaria 316.
— hungarica 316.
— insana 321.
— lignicola 316.
— mayri 316.
— mitrata 316.
— quercus toza 316.
— stefanii 316.
— tinctoria 321.
— tomentosa 316.
cynthia B. 597.
Cyphea curtula 364.
Cypsela 172.
Cyrtopogon lateralis 172.
cytisi Asph. 406.
— L. 389, 392.

D

dalmani Ah. 336.
— T. 336.
Daphnia pulex 28.
Dasychira pudibunda 341.
Dasyneura brassicae 415.
— papaveris 404, 407.
deceptor M. 333.
Degeeria amica 340.
Deilephila lineata var. livornica 317.
Deilus fugax 395.
Dendroctonus micans 172.
Dendrolimus pini 301, 302, 335ff., 521ff.
Dendromyza 385, 386.
— cambii 386.
Dendrosoter middendorfi 172.
densa B. 642.
dentipes M. 353.
deplanatum Pl. 365.

depressirostris G. 317.
depressus P. 173.
derbesi F. 316.
dermestoides El. 171.
— H. 312, 313.
Diaspis pentagona 308, 316, 602, 609.
Dibrachys boucheanus 478.
— cavus 475.
difficilis Ap. 352.
Diglochis omnivora 354.
Dilina tiliae 342.
diminuens H. 333.
Diplolepis agama 316.
— brevicornis 401, 403.
— quercus folii 316.
Diprion 235.
— pini 80, 81, 122, 276, 302.
— sertifer 127, 156, 263, 302.
dispar An. 315.
— L. 54, 308, 315, 342, 521 ff.
disparis J. 342.
diversus E. 401, 403.
Dixippus morosus 534, 548.
dominula F. 75.
Doralis fabae 316, 317.
Doryctes obliteratus 172.
Dreyfusia nüsslini 313.
Drosophila 4, 7, 53, 54.
— melanogaster 40, 275, 278, 298.
Dryocoetes autographus 171.
— minor 315, 316, 323.
dubius Ot. 370.
duplicatus J. 158 ff.

E

Echinomyia fera 340.
Echtrus reluctator 171.
eglanteriae Rh. 402.
Eichenmehltau 197, 204.
Elachertus monachae 355.
Elasmosoma berolinense 111.
Elatéroides dermestoides 171.
elongatus H. 401.
elutella Eph. 475.
emarginatus L. 73.
Entedon cecidomyiarum 399, 402.
— cyniphidum 402.
— flavovarius 403.
— xanthopus 355.
Entomophthora aulicae 338.
— sphaerosperma 338.
Ephestia cautella 475.
— elutella 475.
— kühniella 302.
Ephialtes tuberculatus 344.
ephippium G. 172.
Epidiaspis leperii 464.
Epimyrma gößwaldi 100, 122.
Epinephele jurtina 343.
epops Up. 356.
Epurea pusilla 166, 171.
Eriophyes avellanae 308, 315.
Erithacus megarhynchos 236.
Ernestia radicum 172.
— rudis 292.
erosus J. 308 ff.
errans Ph. 339.
erythrocephala Ac. 125 ff., 156, 263, 302.
— L. 155, 156.
erythrophthalmus Tr. 402.
Escherich, Karl, zum 18. September 1941 185.
Escherich, Karl, zum 70. Geburtstage 183, 186 ff.
escherichi T. 404, 409.
Euchalcidia caryobori 213, 228.
— bombyciformis 355.
Eulophus brevicornis 403.
— citrinus 407.
— collega 401.
— diversus 401, 403.
— flavovarius 399, 400.
— fumatus 355.
— phalaenarum 355.
— setiseries 400 ff.
euploeae Br. 211 f.
Euproctis chrysorrhoea 308, 322, 341, 352.
Eurytoma 357.
— abrotani 354.
— appendigaster 354.
— onobrychidis 415.
eurytus C. 402.
— T. 402 ff.
Eustalomyia histrio 172.
Eutachina larvarum 340.
Euxoa segetum 536.
evanescens Tr. 263, 289, 291, 301, 336, 337, 357.
Evetria buoliana 127.
— — var. thurificana 316.
— turionana 127.
examinator P. 346.
excellens M. 172.
excisa C. 340.
Exocentrus lusitanus 317.
Exochomus illaesicollis 306, 312.
Exorista aberrans 151, 155.
exsecta C. 65.
— F. 65 ff., 121.

F

fabae D. 316, 317.
fabricii Ambl. 342.
fagaria Sc. 349.
fagi H. 401.
falculata S. 340.
farinosa I. 614.
— var. verticilloides Sp. 613 ff., 645.
fasciculatus P. 169, 170.
fatigans C. 7, 57.
fecundator Andr. 316.
fenestralis A. 475.
fera Ech. 340.
ferruginea C. 340.
ficus H. 319, 320.
Figitidae 180.

flammea P. 299 ff., 327, 334, 336 ff., 645.
flavescentella T. 472.
flavidens Aph. 353.
flavipes Aph. 353.
flavovarius, Entedon 403.
— Eulophus 399, 400.
— G. 403, 411.
— T. 398 ff.
foraminosus Ot. 367 ff.
Forda derbesi 316.
— riccobonii 316.
— semilunaria 316.
Forficula auricularia 356.
Formica 65 ff., 121 ff.
— congerens 73 ff.
— cunicularia 73 ff.
— dominula 75.
— exsecta 65 ff., 121.
— fusca 65, 75, 95, 337.
— gagates 95.
— herculeana 65.
— major 75.
— microgyna 65.
— piniphila 75 ff.
— polyctena 75 ff.
— pratensis 121, 124.
— rufa 62 ff., 121 ff., 253, 337.
— — Rassenstudien auf systematischer, ökologischer und biologischer Grundlage 62 ff.
— — pratensis 62 ff., 243.
— — rufa 62 ff., 243.
— — rufo-pratensis 62 ff., 243.
— — rufo-pratensis major 62 ff.
— — rufo-pratensis minor 62 ff.
— rufibarbis 73.
— sanguinea 65 ff.
— truncicola 66 ff., 121.
— truncorum 65, 66.
— uralensis 65.
formicarius Cl. 166, 171, 305, 313.
— Th. 166.
Formicoxenus nitidulus 121.
fraxini H. 317, 374, 380.
fugax D. 395.
— Pr. 340.
fuliginosum All. 356.
fullo P. 316
fulvicorne A. 395.
fulvipes X. 150, 155.
fumatus Eul. 355.
fumosonosea Sp. 536.
funerula ssp. wagneri A. 395.
fusca F. 65, 75, 95, 337.
— S. 65.
fuscipennis P. 308, 319.

G

gagates F. 95.
— S. 65.
Galerucella luteola 313, 316.
Galleria mellonella 477 ff.
gallinarum Sp. 507.
galloprovincialis var. tauricola M. 312.
Gamasus 356.
ganglbaueri M. 317.
Gasterocercus depressirostris 317.
Gaurax ephippium 172.
Geniocerus 403.
— brevicornis 403.
— citrinus 407.
— cyniphidum 402, 403.
— flavovarius 403, 411.
genistae Asp. 345.
— H. 394.
— L. 390 ff.
gennadii Asph. 401.
gibbus Br. 402.
gigas S. 161 ff.
gilva L. 172.
glomeratus Ap. 220, 228.
Glossina 488 ff.
— austenia 489.
— brevipalpis 491 ff.
— longipalpis 488 ff.
— longipennis 491 ff.
— morsitans 488 ff.
— — submorsitans 488.
— pallidipes 492.
— palpalis 491 ff.
— swynnertoni 492 ff.
— tachinoides 492 ff.
gößwaldi Ep. 100, 122.
Gortyna ochracea 351.
grandis Ph. 343.
granella T. 466 ff., 475, 476.
gregaria Sch. 529, 533.
griseovariegata P. 156.
griseus Ac. 169.
Gryllotalpa vulgaris 316.
gularis P. 475.

H

haemorrhoidalis B. 313.
Hallimasch 360, 383, 387.
Hamalocephala albitarsis 172.
Harpium 311, 313.
— inquisitor 312, 344.
Hartigiola annulipes 316.
hastulifer Agr. 317.
Hausmücke, gemeine 6.
Hemipenthes morio 339.
Hemiteles 341.
— cingulator 343.
— diminuens 333.
— tineae 475.
herculeana F. 65.
herculeanus C. 73.
Heterodera radicola 308, 321.
— schachtii 452.
heterodon J. 386.
heterodynam 7.
heterogaster H. 151.
hieroglyphica Ac. 125.
hippocastani M. 127.
hirtellus T. 305, 317.

histrio E. 172.
Holocremnus heterogaster 151
Holzwespen 172.
Homalota plana 364.
Honigbiene, Über die Zunahme der Gleicherbigkeit durch fortgesetzte Inzucht und Auslese bei der 571.
Hormomyia fagi 401.
hungarica C. 316.
Hyalopterus arundinis 416.
hybrida C. 305.
Hylastes aterrimus 313.
Hylecoetus dermestoides 312, 313.
Hylesininae 388.
Hylesinus fraxini 317, 374, 380.
Hylobius abietis 127, 132, 173.
Hyloicus pinastri 349.
Hylotrupes bajulus 308 ff.
Hylurgopinus rufipes 374, 386.
Hylurgops palliatus 311, 313.
hyosciami P. 285, 294, 299.
Hyperteles, elongatus 401.
Hypoborini 388.
Hypoborus 388, 394.
— ficus 319, 320.
— genistae 394.
— mori 392.
Hyponomeuta 422 ff., 569.
— padellus 422.
— — Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung der 422.

I

Ibalia 162 ff., 180.
— leucospoides 166, 171.
Ichneumon albicinctus 333.
— annulator 333.
— disparis 342.
— insidiosus 343.
— melanocerus 342.
— nigritarius 258, 292 ff., 302, 333, 334.
— raptorius 343.
— ratzeburgii 333.
— rufatorius 333.
— sugillatorius 342.
— wienkeri 333.
Idechtis canescens 475.
igniventris Chr. 317.
illaesicollis Ex. 306, 312.
inarmatum L. 389, 391.
incanus Br. 127.
inclusus Ap. 352.
incubitor Ich. 333.
— var. punctus Ich. 333.
inquisitor C. 305.
— H. 312, 344.
— P. 345.
— Rh. 169 ff.
insana C. 321.
insidiosus J. 343.
insignis R. 340.
instigator P. 346.
interpunctella Pl. 475.
intricatus Sc. 313, 317.
inunctus T. 399.
Ipobracon nigrator 365,
Ips 386.
— acuminatus 172, 305 ff.
— amitinus 375.
— cembrae 374, 386.
— curvidens 305 ff., 374 ff.
— duplicatus 158 ff.
— erosus 308 ff.
— heterodon 386.
— mannsfeldi 314.
— sexdentatus 171, 172, 305 ff., 323, 374, 386.
— spinidens 305 ff., 374 ff.
— typographus 158 ff., 374, 387.
— vorontzowi 314, 374, 386.
irrigator X. 344.
Isaria 338.
— farinosa 614.
Ixodes ricinus 511.

J

jurtina Ep. 343.
justini Rh. 401.
juvencus P. 163 ff., 312.

K

Kempia 569.
Kernpilze 338.
Kiefernbuschhornblattwespe 289.
— rote 127.
Kiefernschonungsgespinstblattwespe, Zur Kenntnis der 125 ff.
Kiefernspanner, veilgrauer 324.
Kiefferia pimpinellae 406.
Kleidermotten, Köderungsversuche mit 550.
kühniella Eph. 302.

L

laeviusculus Ar. 172.
— T. 337.
Laphria gilva 172.
Larvaevoridae 234.
larvarum Cr. 355.
— Eut. 340.
larvicola T. 340.
Lasioptera rubi 402, 415.
Lasius emarginatus 73.
— niger 91, 101, 103, 337, 621.
— umbratus 100, 101.
— — mixtus 122.
lateralis C. 172.
Lecanium cornix 602.
lentisci Apl. 316.
lentus N. 306, 312.
leperii Ep. 464.
Lepidosaphes ulmi 45, 302, 464.
Leptis lineola 172.
— maculata 172.
— scolopacea 172.

Leptothorax nigriceps 100.
— tuberum unifasciatus 85, 103.
— unifasciatus 100.
leucospoides J. 166, 171.
libatrix Z. 333.
lignicola C. 316.
ligniperdus C. 74.
ligurica v. dentibasis T. 395.
ligustici Ot. 366.
Limenitis populi 346.
lineata var. livornica, D. 317.
lineatus X. 171 ff., 313.
lineola L. 172.
Liodontomerus perplexus 412.
Liopus nebulosus 317.
Liparthrum 388, 389.
— Beitrag zur Kenntnis der Gattung 388 ff.
— albidum 390, 393.
— andresi 391.
— arnoldi 391, 396.
— babadjanidis 391, 395.
— bartschti 388 ff.
— colchicum 391, 396.
— corsicum 388 ff.
— cytisi 389, 392.
— genistae 390 ff.
— inarmatum 389, 391.
— mori 390 ff.
— peyrimhoffi 390, 393.
— St. Georgi 390, 392.
Lissonota carbonaria? 171.
Lithocolletis platani 316.
liturariae Ph. 333.
liturata S. 324 ff.
Loelaps 356.
Lomechusa strumosa 112.
longipalpis Gl. 488 ff.
longipennis Gl. 491 ff.
Lophyrus pini 122, 235, 316, 345, 614.
— rufus 156, 302.
— sertifer 301.
Lopodytes 403, 406.
— prunicola 400, 403.
lucorum C. 340.
— M. 339.
— S. 340.
lugubris Ph. 339.
Luscinia luscinia 236.
— megarhyncha 236.
lusitanus Ex. 317.
luteola G. 313, 316.
Lyda erytrocephala 155, 156.
— stellata 156.
Lydella nigripes 333.
Lymantria dispar 54. 308, 315, 342, 521 ff.,
— monacha 253, 299 ff., 305, 313, 335 ff., 521 ff., 645.
— —, Zur Kenntnis der Parasiten der Nonne 335 ff.

M

Macrothylacia rubi 346, 521 ff.
maculata L. 172.
maculata Od. 172, 339.
maculipennis An. 501 ff.
— Pl. 475.
— atroparvus A. 501, 502.
— labranchiae A. 501.
— elutus A. 501.
— messeae A. 501 ff.
— typicus A. 501 ff.
Maheira serriventris 340.
major F. 75.
Malacosoma neustria 337.
Malthusian League 3.
mannsfeldi J. 314.
Margaronia marinata 211.
marinata M. 211.
Mastigus schimitscheki 305, 313.
Mauerwespen (?) 173.
mayri C. 316.
Medetera ambigua 172.
— apicalis 172.
— excellens 172.
— obscura 172.
— signaticornis 172.
— stackelbergii 172.
medicaginis C. 401.
megarhyncha L. 236.
megarhynchos Er. 236.
Megaselia rufipes 339, 353.
Melanconis modonia 316.
Melandryidae 174, 176.
melanocephala Pt. 346.
melanocerus I. 342.
melanogaster Dr. 40, 275, 278, 298.
melanoscelus Ap. 352.
Melanotus rufipes 171.
melanurus P. 171.
mellea A. 360, 383, 387.
mellifica Ap. 228.
mellonella G. 477 ff.
Melolontha 308 ff.
— albida 319, 321.
— anita 313.
— hippocastani 127.
— melolontha 127, 439 ff., 644.
— melolontha L. an landwirtschaftlichen u. gärtnerischen Kulturpflanzen in Schleswig-Holstein, Schadbilder des Engerlings von 439 ff.
— vulgaris 228, 316, 536.
mendax Agr. 364.
meridionale Tr. 305.
— X. 313.
Mermis albicans 339, 355.
Mesochorus 341, 350.
Metarrhizium anisophiae 536.
Meteorus deceptor 333.
— pulchricornis 475.
— scutellator 351.
— — var. unicolor 351.
— unicolor 351.
— versicolor 351.
— — var. bimaculatus 351.
Metoponcus brevicornis 305.

micans D. 172.
microgyna F. 65.
Microspordium polyedricum 338.
Microtachina nympharum 340.
middendorfi D. 172.
miki Asph. 404, 406.
militaris C. 338.
minor Bl. 171.
— Dr. 315, 316, 323.
— M. 169.
— var. corsicus, M. 311, 313, 314.
minutissima P. 172.
miser T. 399.
mitrata C. 316.
modonia M. 316.
molesta C. 417 ff.
molitor T. 28, 534.
Molorchus 174, 176.
— minor 169.
monacha L. 253, 299 ff., 305, 313, 335 ff., 521 ff., 645.
monachae El. 355.
Monochamus 162 ff.
— galloprovincialis var. tauricola 312.
— rosenmülleri 161 ff.
— urussovi 161, 166.
Monodontomerus dentipes 353.
— virens 354.
monographus X. 317.
montana f. nigrita, Sm. 112.
mordax Rh. 169.
mori B. 522 ff., 597.
— H. 392.
— L. 390 ff.
Morimus asper 313.
— Ganglbaueri 317.
— verecundus 313.
morio H. 339.
morosus D. 534, 548.
morsitans Gl. 488 ff.
— submorsitans Gl. 488.
multistriatus Sc. 172.
murinana C. 373.
Muscina pascuorum 339.
— stabulans 339.
Mydaea lucorum 339.
Myelophilus corsicus 305, 319.
— minor var. corsicus 311, 313, 314.
— piniperda 305 ff., 374, 377, 386.
Myrmica rubra 112.
Myzus cerasi 416.

N

Nagana 488.
nebulosus L. 317.
Nemeritis caudatula 475.
nemoralis Ac. 125, 149, 152.
Nemorhina 488 ff.
— palpalis 488 ff.
— tachinoides 491.
Neomphaodella 403.
nervosa Asp. 353.
Neuroterus quercus baccarum 316.
neustria M. 337.
niger L. 91, 101, 103, 337, 621.
nigrator At. 365.
— Ip. 365.
nigriceps L. 100.
nigripes L. 333.
— Ph. 236
nigritarius B. 333.
— I. 258, 292 ff., 302, 333, 334.
nigritulus C. 6.
nitidulus F. 121.
— nodicornis C. 317.
Nomenklatur, Einwände gegen das Kontinuitätsprinzip 229.
Nomina conservanda 237 ff.
Nosema bombycis 338.
notatus P. 313, 344.
Notoxus 569.
nubilalis P. 419, 420, 522 ff.
Nudobius lentus 306, 312.
— umbratus 306, 312.
nüsslini Dr. 313.
numidicus var. abbreviatus, Cr. 306, 320.
nympharum M. 340.

O

obliteratus D. 172.
obscura M. 172.
obscuripes P. 171.
ochracea G. 351.
Odinia maculata 172, 339.
oleracea Chr. 236.
olivicolor Agr. 317.
olivieri P. 313, 316.
omnivora D. 354.
onobrychidis E. 415.
ononidis Asph. 406.
ophiopsis R. 171.
Orchestes 355.
Oreta carnea 211, 226.
Orgyia antiqua 336.
Ornithodoros papillipes 511.
— tholozani 511.
Orthostigma 350.
— pumilum 353.
ostreiformis Asp. 464.
Otiorrhynchus 366 ff.
— Arten in den während der Eiszeit vergletscherten Gebieten der Ostalpen, Über Parthenogenese bei forstschädlichen 366 ff.
— alpicola 367, 372.
— auricomus 367 ff.
— azaleae 367 ff.
— chalceus 367 ff.
— chrysocomus 367 ff.
— dubius 370.
— foraminosus 367 ff.
— ligustici 366.
— ovatus 366.
— perdix 366.
— salicis 367 ff.
— scaber 367 ff.
— turca 316.

ovatus Ot. 366.
ovulorum T. 337.

P

Pachygaster minutissima 172.
Pachyhile Servillei 395.
padellus H. 422.
Palaeococcus fuscipennis 308, 319.
Pales pavida 340.
— pumicata 340.
palliatus H. 311, 313.
pallida B. 404, 413.
pallidipes Gl. 492.
palpalis Gl. 491 ff.
— N. 488 ff.
Panolis flammea 299 ff., 327, 334, 336 ff., 645.
— griseovariegata 156.
panteli Andr. 316.
papaveris D. 404, 407.
paphia Arg. 346.
papillipes O. 511.
Paralispa gularis 475.
Paramaecium caudatum 59.
Parasetigena segregata 235, 339 ff.
pascuorum M. 339.
Paururus 174 ff.
— juvencus 163 ff., 312.
pavida P. 340.
pectinicornis P. 313.
Pegomyia hyosciami 285, 294, 299.
pellionella T. 472.
pennsylvanicus C. 83.
pentagona A. 602.
— D. 308, 316, 602, 609.
Pentarthron carpocapsae 336.
perdix Ot. 366.
perforata S. 359 ff.
Perilitus 569.
— unicolor 351.
Periplaneta americana 534.
perniciosus Asp. 464.
pernyi B. 597.
Peronospora 205.
perplexus L. 412.
Perrisia brassicae 402.
— pyri 402, 415.
perroudi P. 317.
persicus A. 508.
personella T. 467 ff., 475.
persuasoria Rh. 171.
pertinax An. 351.
peyrimhoffi L. 390, 393.
phalaenarum Eul. 355.
— T. 337.
Phalera bucephala 316.
Phaonia errans 339.
— lugubris 339.
— serva 339.
Phorocera processionae 340.
Phegobia tornatella 316.
Philaenus spumarius 315.
Philonthus 166.
Phloeopora corticalis 305.
Phloesinus andresi 391.
— armatus 317, 320.
— aubei 317, 320.
Phoma betae 202.
Phygadeuon 341.
— grandis 343.
— liturariae 333.
Phyllotreta nigripes 236.
Phylloxera transcaucasica 209.
— vastatrix 201.
— vitifolii 238
Phymatodes pussillus ab. humeralis 317.
piceae Cr. 374 ff.
— P. 313.
— S. 65.
Picromerus bidens 300.
Pieris brassicae 316, 536, 554.
pimpinellae K. 406.
Pimpla 341.
— alternans 345, 347.
— arctica 345, 348.
— brassicaria 347, 348.
— capulifera 346, 348.
— examinator 346 ff.
— inquisitor 345, 348.
— instigator 346 ff.
— quadridentata 346, 349.
— rufata 346 ff.
— — var. brischkei 347.
— turionellae 345, 348.
pinastri H. 349.
— Sph. 300, 302.
piniarius B. 299, 302, 324, 325 ff., 614.
pini, Dendrolimus 301, 302, 335 ff., 521 ff.
— Diprion 80, 81, 122, 276, 302.
— L. 122, 235, 316, 345, 614.
Pinienprozessionsspinner 306, 321.
piniperda Bl. 158 ff.
— M. 305 ff., 374, 377, 386.
piniphila F. 75.
pinivora Ac. 125.
pipiens C. 6, 7, 13, 59.
— autogenicus C. 1 ff.
— pipiens C. 35.
piri Asp. 464.
Pissodes 170.
— notatus 313, 344.
— piceae 313.
pityocampa Th. 305 ff.
Pityogenes bidentatus 172.
— chalcographus 167 ff.
pityographus P. 312.
Pityophthorus pityographus 312.
Placusa complanata 305.
plana H. 364.
platani L. 316.
Platychirus albimanus 172.
Platylabus rufiventris 333.
Platypus cylindriformis 317.
Platysoma deplanatum 365.
Plodia interpunctella 475.
plumicornis C. 549.

Plutella maculipennis 475.
Poeciloneta conspersa 359.
— variolosa 360, 363.
Pogonochaerus anatolicus 306, 320.
— perroudi 317.
— fasciculatus 169, 170.
politus S. 316.
polyctena F. 75.
Polychrosis botrana 302.
polyedricum M. 338.
Polyergus 75.
— rufescens 75, 104.
Polyphylla 308, 317.
— fullo 316.
— oliviera 313, 316.
pomonae B. 172.
pomonella C. 419.
pomorum A. 346.
populella T. 400.
populi L. 346.
populnea S. 316.
pulex D. 28.
pratensis F. 121, 124.
pretiosa Ch. 336.
privigna S. 340.
processionae Ph. 340.
Proformica 65.
Prosopaea fugax 340.
Prospaltella berlesei 602.
prowazeki Chl. 338.
prumicola L. 400, 403.
pruniperda Asph. 400, 406.
pseudoscoparia S. 340.
psi Acr. 337.
Pteleobius vittatus 374.
Pteromalus puparum 354.
— saltans 354.
Pteronidea melanocephala 346.
pudibunda D. 341.
pulchella Sc. 172.
pulchricornis M. 475.
pumicata P. 340.
pumilum Orth. 353.
punctiventris Cl. 536.
puparum Pt. 354.
purpureaperda Rh. 401.
pusilla Ep. 166.
pussillus ab. humeralis Ph. 317.
Pyracmon 171.
— melanurus 171.
— obscuripes 171.
Pyrameis atalanta 336.
Pyrausta nubilalis 419, 420, 522 ff.
pyri P. 402, 415.
— S. 316, 317.
pyrina Z. 314.
Pyrochroa pectinicornis 313.
Pytho depressus 173.

Q

Quadrastichodella 403.
quadridentata P. 346.
quadripunctata Anth. 171 ff.
quadripunctata Cl. 112, 123.
quadripunctatum Ag. 171.
quercus baccarum N. 316.
— folii D. 316.
— tozae C. 316.

R

radicola H. 308, 321.
radicum Er. 172.
rapax C. 349.
Raphidia 177.
— ophiopsis 171.
Raptiformica 65, 66.
— sanguinea 65.
raptorius I. 343.
ratzeburgii Ich. 333.
Reblausgallen 195.
Redtenbacheria insignis 340.
— privigna 340.
Referate 180 ff., 646 ff.
reflexus A. 507 ff., 518.
reluctator Ech. 171.
retusus X. 317.
Rhabdophaga justini 401.
— purpureaperda 401.
— saliciperda 401.
— triandraperda 401.
Rhagium 173, 311, 313, 341
— inquisitor 169 ff.
— mordax 169.
rhamni Cl. 313.
— Rh. 346.
Rhodites eglanteriae 402.
Rhodocera rhamni 346.
Rhopalopus clavipes 317.
Rhyssa persuasoria 171.
— amoena 171.
riccobonii F. 316.
ricinus I. 511.
roggenhoferi A. 404, 409.
Rosalia alpina 313.
rosenmülleri M. 161 ff.
rubi L. 402, 415.
— M. 346, 521 ff.
rubiginosus Chr. 475.
rubra M. 112.
rudis Er. 292.
rufa F. 62 ff., 121 ff., 337.
— pratensis F. 62 ff., 243.
— rufa F. 62 ff., 243.
— rufo-pratensis F. 62 ff., 243.
— — pratensis major F. 62 ff.
— — — minor F. 62 ff.
rufata P. 346.
— var. brischkei P. 347.
rufatorius Ambl. 333.
— Ich. 333.
rufescens P. 75, 104.
rufibarbis F. 73.
— S. 65.
ruficinctus An. 349.
ruficornis Aph. 349.
rufipes H. 374, 386.

rufipes Megaselia 339.
— Melanotus 171.
rufiventris Pl. 333.
rufus L. 156, 302.
rugulosus Sc. 321.
rumicis Aph. 202.
ruricolella T. 467, 475.
rustica B. 313.
rusticus Cr. 166, 313.
— X. 359ff.

S

sabulosa A. 356.
salicina C. 400.
saliciperda Rh. 401.
salicis Ch. 45, 302.
— Ot. 367ff.
— St. 342.
saltans Pt. 354.
saltatoria Ac. 172.
sanguinea F. 65.
— R. 65.
San José-Schildlaus in der Ostmark, Die eigentlichen Gefahren der 462.
Saperda 344.
— carcharias 359, 363.
— perforata 359ff.
— populnea 316.
Sarcophaga albiceps 340.
— aratrix 340.
— atropos 340.
— carnaria 340.
— falculata 340.
— pseudoscoparia 340.
— schützei 340.
— tuberosa 340.
— uliginosa 340.
sarothamni C. 401.
Saturnia pyri 316, 317.
saxeseni X. 314, 317.
scaber Ot. 367ff.
schachtii H. 452.
schimitscheki M. 305, 313.
— T. 305, 313.
Schimmelpilze 338.
Schistocerca gregaria 529, 533.
Schizoneura 197.
Schlafkrankheit 488.
Schlauchpilze 338.
schützei S. 340.
Sclerotium 338.
Scobicia chevrieri 317.
Scodionia fagaria 349.
scolopacea L. 172.
Scoloposcelis pulchella 172.
scolyticidae C. 172.
Scolytus intricatus 313, 317.
— multistriatus 172.
— rugulosus 321.
— scolytus 172.
scopolii C. 313, 316.
scutellaris A. 6.
— Tr. 350.
scutellator M. 351.
— var. unicolor M. 351.
secalella T. 467ff.
seckendorffi Aph. 316.
segetum A. 536.
— E. 536.
segregata P. 235, 339ff.
semilunaria F. 316.
Semiothisa liturata 324ff.
— liturata, Beiträge zur Bionomie des veilgrauen Kiefernspanners 324ff.
— signaria 324.
Semudobia betulae 404, 411.
serriventris M. 340.
Serropalpus 177.
— barbatus 166, 174, 312.
sertifer D. 127, 156, 263, 302.
— L. 301.
serva Ph. 339.
Serviformica 65, 66, 95.
— cinerea 65.
— cunicularia 73.
— fusca 65.
— gagates 65.
— picea 65.
— rufibarbis 65.
Servillei P. 395.
Sesia spheciformis 344.
setiseries E. 400ff.
sexdentatus I. 171, 305ff., 323, 374, 386.
signaria S. 324.
signaticornis M. 172.
signatus X. 313.
Silotroga cerealella 475.
Siphonophora absinthium 203.
Sirex 162ff.
— gigas 161ff.
— spectrum 312.
Siricidae 162, 174ff., 180.
Sisyropa lucorum 340.
Smicromyrme montana f. nigrita 112.
solitarius Ap. 352.
— Chr. 336.
— Sph. 336.
soluta C. 305.
spectrum S. 312.
— X. 163ff.
Sphaerularia 339.
sphaerosperma Ent. 338.
spheciformis S. 344.
Sphegigaster solitarius 336.
Sphinx pinastri 300, 302.
Spicaria farinosa var. verticilloides 613ff., 645.
— fumosonosea 536.
spinidens I. 305ff., 374ff.
Spirochaeta gallinarium 507.
spumarius Ph. 315.
stabulans M. 339.
stackelbergii M. 172.
stefanii C. 316.
stellata Ac. 125.
— L. 156.

St. Georgi. L. 390, 392.
Stilpnotia salicis 342.
Stromatium unicolor 308, 322.
strumosa L. 112.
subdepressus Cr. 305, 313.
subochrea Th. 6, 59.
subterraneus Aph. 85, 103.
suecia C. 65.
sugillatorius I. 342.
swynnertoni Gl. 492ff.
sycophanta C. 151, 305.
Synorphus politus 316.

T

Tachina larvicola 340.
Tachinidae 234.
tachinoides Gl. 492ff.
— N. 491.
Talaeporia tubulosa 274.
Tannenborkenkäfer, Der Überwinterungsfraß der 373ff.
Taphrorychus 316.
— bicolor 313.
— bulmerincqui 305, 313.
— hirtellus 305, 317.
— schimitscheki 305, 313.
tarsioleucus Cr 343.
Taubenzecke als Parasit des Menschen 507.
Teleas laeviusculus 337.
Telenomus 357.
— dalmani 336.
— laeviusculus 337.
— ovulorum 337.
— phalaenarum 337.
— terebrans 337.
Tenebrio molitor 28, 534.
tenebrionis C. 316, 320.
Tentyria ligurica v. dentibasis 395.
terebrans T. 337.
Terebrantia 180.
Tetramorium caespitum 91, 103.
Tetraneura 197.
— ulmi 416.
Tetrastichus 398ff.
— armaeus 403.
— biorrhiza 404, 412.
— brevicornis 398ff.
— cecidomyiarum 402.
— citrinus 403ff.
— escherichi 404, 409.
— eurytus 402ff.
— flavovarius 398ff.
— inunctus 399.
— miser 399.
— variegatus 404ff.
— varius 400ff.
— venustus 403.
— zeuxo 409.
Tetropium 171ff., 344.
— castaneum 166ff.
Thanasimus formicarius 166, 171.
Thaumetopoea pityocampa 305ff.
Thelymorpha vertiginosa 340.
Theobaldia subochrea 6, 59.
Theresia ampelophaga 316.
Theronia atalantae 344.
tholozani O. 511.
Thyatira batis 341.
tiliae D. 342.
tinctoria C. 321.
Tinea cloacella 466ff., 475, 476.
— cochylidella 475.
— flavescentella 472.
— granella 466ff., 475, 476.
— pellionella 472.
— personella 467ff., 475.
— populella 400.
— ruricolella 467, 475.
— secalella 467ff.
tineae H. 475.
Tineola bisselliella 472, 476.
tomentosa C. 316.
Tomicus heterodon 386.
— vorontzowi 386.
tornatella Ph. 316.
Toxotus cursor 169.
transcaucasica Ph. 209.
triandraperda R. 401.
Tribolium 50.
— confusum 53.
Trichoceras 403, 404.
— erythrophthalmus 402.
trichodactyla Ch. 172.
Trichogramma 399.
— evanescens 263, 289, 291, 301, 336, 337, 357.
tritici C. 402.
Trochilium apiforme 521ff.
— apiformis 363.
Trophocampa scutellaris 350.
truncicola F. 66ff., 121.
truncorum F. 65, 66.
Trypanosoma brucei 498.
Trypodendron meridionale 305.
tuberculatus Eph. 344.
tuberosa S. 340.
tuberum unifasciatus L. 85, 103.
tubulosa T. 274.
turca Ot. 316.
turionana Ev. 127.
turionellae P. 345.
typographus I. 158ff., 374. 387.

U

ulicis Asph. 400.
uliginosa S. 340.
ulmi L. 45, 302, 464.
— T. 416.
umbratus L. 100, 101.
— N. 306, 312.
— mixtus L. 122.
unicolor M. 351.
— P. 351.
— Str. 308.
unifasciatus L. 100.
Upupa epops 356.

uralensis F. 65.
urussovi M. 161, 166.

V

variegatus T. 404 ff.
variolosa P. 360, 363.
varius Cl. 317.
— T. 400 ff.
vastatrix Ph. 201.
venustus T. 403.
verecundus M. 313.
versicolor Asp. 621, 641.
— M. 351.
— var. bimaculatus, M. 351.
vertiginosa Th. 340.
vetusta C. 351.
violaceum C. 169.
virens M. 354.
viridana Ch. 343.
viridis Agr. 364.
vitifolii Ph. 205.
vittatus Pt. 374.
vorontzowi I. 314, 374, 386.
vulgaris B. 356.
— Gr. 316.
— M. 228, 316, 536.
Wachsmotten, Beobachtungen an Kolonien von 477.
Waldameise, rote 62 ff.
wienkeri Ich. 333.

X

xanthius Ambl. 333.
xanthopus E. 355.
Xenoschesis fulvipes 150, 155.
Xeris 177.
— spectrum 163 ff.
Xyleborus cryptographus 260 ff.
— monographus 317.
— saxesini 314, 317.
Xylita buprestoides 170.
Xylographus bostrychoides 317.
Xylonites retusus 317.
Xylonomus irrigator 344.
Xylophagus 173.
Xyloterus 176.
— lineatus 171 ff., 313.
— meridionale 313.
— signatus 313.
Xylotrechus antilope 317.
— rusticus 359 ff.

Y

Yama-maï B. 597.
Yponomeuta cognatella 344.

Z

Zenillia libatrix 333.
Zeuxo T. 409.
Zeuzera pyrina 314.
Zygobothria bimaculata 340.